

D 1104



Beiträge

zur

Kenntnis der chemischen Zusammensetzung wirbelloser Meerestiere.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät

der Königl. Christian-Albrechts-Universität in Kiel

vorgelegt von

Christian Delff

aus Husum.



Kiel.

Druck von Schmidt & Klaunig.

1912.

Referent: Prof. Dr. **Brandt**.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. November 1911.

Zum Druck genehmigt:

Kiel, den 16. Dezember 1911.

Dr. F. Jacoby,
z. Zt. Dekan.

Allgemeines über Gegenstand, Ziele und Zweck der Untersuchungen.

Während alle diejenigen Meerestiere, die als wichtige Nahrungsquelle dem Menschen einen direkten Nutzen gewähren, also die Nutzfische und die Auster, schon vielfach auf die chemische Zusammensetzung ihres Organismus als Ganzen nach agrikulturchemischer Methode untersucht sind, liegen nur höchst spärliche und unvollständige Analysen von solchen Tieren vor, die nicht oder doch nur in beschränktem Maße als menschliche Nahrung dienen. Das ist bei fast allen Wirbellosen des Meeres der Fall. Nichtsdestoweniger ist eine Kenntnis des Gehaltes auch dieser Organismen an Eiweiß, Fett, Kohlehydraten und Asche schon aus rein praktischen Rücksichten, nämlich als Beitrag zur Lösung der volkswirtschaftlich wichtigen Frage des Meereshaushaltes, unbedingt erforderlich. Durch Verrechnung nämlich der chemisch festgestellten Werte des Gehaltes einer Tierart an organischer Substanz mit den zoologisch ermittelten Zahlen ihrer Verbreitung und Häufigkeit unter verschiedenen Breiten und zu verschiedenen Jahreszeiten läßt sich die wirkliche Bedeutung dieser Art im Haushalt des Meeres ermessen. Diese Frage ist ja praktisch insofern von großer Bedeutung, als man mit ihrer Lösung auch die Erkenntnis erstrebt, wieviel menschliche Nahrung in Gestalt von Fischen das Meer zu produzieren imstande ist; und da muß außer für die Fische selbst auch für die ihnen zur Nahrung dienenden pflanzlichen wie tierischen Organismenarten einerseits aus der Individuenzahl, in der eine Art zu bestimmten Jahreszeiten, unter bestimmten Bedingungen und unter verschiedenen Breiten auftritt, die Menge von Leibessubstanz, die sie überhaupt zu bieten vermag, festgestellt, andererseits aber durch agrikulturchemische Untersuchung auch deren Nahrungswert, also die darin enthaltene Menge der verschiedenen organischen Substanzen ermittelt werden.

Wie bereits gesagt, ist jedoch hierüber bis jetzt recht wenig gearbeitet; die einzige Arbeit, die in dieser Richtung absichtsvoll vorgeht, ist die von Brandt, Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons (Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Kiel 1898), in der die nach der Hensenschen quantitativen Planktonfangmethode erbeuteten Planktonfänge nicht nur gemessen, sondern nach ihrer quantitativ-systematischen Untersuchung auch chemisch auf ihren Gehalt an Eiweiß, Fett, Kohlehydraten, Asche und event. Rohfaser hin analysiert sind; auf diese Weise konnte der Ertrag des Meeres quantitativ und qualitativ mit dem des Landes verglichen werden.

In vorliegender Arbeit nun habe ich nach derselben analytischen Methode, wie sie von Brandt verwandt ist, größere wirbellose Meeresbewohner, reines Material einer Art, lediglich auf ihre chemische Zusammensetzung hin untersucht. Ich habe dabei aus fast jeder größeren Gruppe zum mindesten eine Art als Repräsentanten analysiert und natürlich meist dazu den häufigsten und so schon an sich wichtigsten Vertreter gewählt.

Crustaceen.

- Analysiert wurden
1. *Carcinus maenas* }
 2. *Crangon vulgaris* } (Dekapoden).
 3. *Mysis flexuosa* (Schizopoden).
 4. *Gammarus locusta* (Amphipoden).
 5. *Glyptonotus entomon* (Isopoden).
 6. *Anomalocera Patersoni* (Copepoden).

Mollusken.

7. *Mytilus edulis* (in 5 Analysen aus verschiedenen Monaten).
8. *Mya arenaria*.
9. *Litorina litorea*.

Echinodermen.

10. *Asterias rubens*.

Vermes.

11. *Nereis diversicolor*.12. *Arenicola marina*.

Anthozoen.

13. *Pennatulula spec.*

Radiolarien.

14. *Collozoum inermis*.

Außer dem Wert, den diese Analysen als Beitrag zur Lösung der oben kurz skizzierten Fragen des Meereshaushaltes haben, mögen sie vielleicht noch dadurch einen direkteren Nutzen gewähren, daß eine manche der untersuchten Tiere als menschliche Nahrung dienen, wenn auch nicht in sehr ausgedehnten Maße, andererseits manche infolge der Massenhaftigkeit ihres Vorkommens vielleicht als Dünger Verwertung finden könnten. Endlich noch können solche Feststellungen interessante biologische Streiflichter werfen, denn das Gegenüberstellen der auf chemischen Wege gewonnenen Daten und der biologischen Eigenschaften des Tieres wird wiederum den Satz erhärten: der Stoff entspricht seiner Form und Verwertung und paßt sich ihnen an, oder mit anderen Worten: er ist die Funktion seiner Form.

Bevor ich zu dem Hauptteil meiner Arbeit übergehe, möchte ich noch meinem hochverehrten Herrn Prof. Dr. Brandt für die freundliche Unterstützung, durch die er mir die Vollendung dieser Arbeit ermöglicht hat, herzlich danken. Großen Dank für die mir geleistete Hilfe schulde ich auch Herrn Dr. R. ... Leiter der biologisch-chemischen Abteilung des Meereslaboratoriums Kiel, der mich in die Technik der Elementaranalysen eingeführt hat, und dem ich auch sonst manchen wertvollen Wink verdanke.

Die Methode.

a) Allgemeine Grundlagen.

Die analytische Methode ist, wie gesagt, dieselbe, wie sie von Brandt zu den Planktonanalysen angewandt ist, d. h. es ist die gewöhnliche, von den Agrikulturchemikern zu Futteranalysen benutzte Methode, nur mit einer Abweichung in der Bestimmung der Kohlehydrate. Eine nähere Ausführung der Begründung findet man bei Brandt, Beiträge usw.; hier sei mir nur gestattet, die allgemeinen Grundlagen der Methode in den größten Zügen darzulegen.

Der Gehalt an Rohprotein (der Gesamtheit der verschiedenen Eiweißstoffe und ihrer Zersetzungsprodukte) wird unter Benutzung der Playfairschen empirischen Eiweißformel $C_{24}H_{38}N_6O_8$ (53,5 % C, 7,06 % H, 15,61 % N, 23,80 % O) durch Multiplikation des gefundenen Stickstoffgehaltes mit dem 15,61 entsprechenden Faktor 6,41 ermittelt, event. unter Abzug des für Chitin erforderlichen Stickstoffes (6,01 %). Die Bestimmung des Chitins (der einzigen hier in Betracht kommenden Form der Rohfaser) geschieht durch Behandlung der Trockensubstanz mit verdünnter Salzsäure und Kalilauge. Durch Ätherextraktion wird das Fett, durch vorsichtige Veraschung die Asche gefunden; in letzterer ist bei diesen Analysen der Gehalt an Seesalz und SiO_2 noch der an Fe_2O_3 , CaO und P_2O_5 ermittelt und auf die Trockensubstanz (nicht die Asche!) berechnet. Nun wird durch Elementaranalyse der Prozentgehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff bestimmt und auf die Werte für Eiweiß und Fett (event. noch Chitin) verrechnet, man für Eiweiß die Playfairsche Formel, für Fett die der Ölsäure nahekommende Durchschnittszusammensetzung der Fette von 76,7 % C, 12,1 % H, 11,2 % O und für Chitin die Formel $C_9H_{15}NO_6$ (46,3 % C, 6,44 % H, 6,01 % N, 41,20 % O) zugrunde legt. Was dann noch an C und H übrig bleibt, wird bei der Berechnung der Kohlehydrate verwandt, nicht, wie gewöhnlich üblich, wird als solche die Differenz genommen, die nach Abzug von Eiweiß-, Fett- und Ascheprozenten von 100 % als Rest bleibt. Die Berechnung geschieht zwar unter Zugrundelegung des Kohlenstoffwertes, da infolge der Hygroskopizität der Substanz der Wasserstoffwert nicht genügend sicher ist; trotzdem besteht in den meisten Fällen die Menge der Kohlehydrate nicht allzu gering ist, wie z. B. bei den Crustaceen, ungefähr das Ve

$C:H = 7:1$ (entsprechend $C_7H_{10}O_5$). Auf solche Weise erlaubt diese Methode eine gewisse Kontrolle der anderen Werte, außerdem aber noch insofern, als die unabhängig voneinander ermittelten Zahlen zusammengezählt etwa 100% ergeben müssen. Daß man bei dieser Methode, wie K. Knauth in „Das Süßwasser“ einwendet, dadurch ungenau verfährt, daß man alle Kohlehydrate über einen Kamm schert, ist hier wohl kaum zu befürchten; denn die hier in tierischen Körpern gefundenen Kohlehydrate werden z. T. Darminhalt (also pflanzliche und tierische Stärke und Zellulose), z. T. eigenes Glykogen (nach Sabanejew in Fränkel, Descriptive Biochemie von der Formel $[(C_6H_{10}O_5)_{10} + H_2O]$) sein, so daß eine Zugrundelegung der Formel $C_6H_{10}O_5$ wohl nicht allzu weit von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen wird, jedenfalls nicht mehr, als es in der Natur der ganzen, notwendigerweise etwas summarisch verfahrenen Methode liegt.

b) Nähere Angaben über die Technik des Verfahrens.

Bei den von mir untersuchten Tieren handelt es sich z. T. um schon lange zu diesem Zweck in Alkohol konserviertes Material, z. T. um solches, das nur wenige Tage, um es bis zur Untersuchung vor Zersetzung zu schützen, in Alkohol aufbewahrt war, z. T. um frisches Material. Die Tiere wurden stets gezählt und gemessen und vor der Konservierung meist auch gewogen, um aus der Differenz der Gewichte der lebenden und der getrockneten Tierkörper den Wassergehalt festzustellen. Zu diesem Zweck wurden sie, soweit ihre Natur eine derartige Behandlung erlaubte, zunächst mit Seewasser von allem Schmutz gereinigt, dann kurz mit Leitungswasser überspült, um das mechanisch anhaftende Seesalz tunlichst zu entfernen, mit Filtrierpapier getrocknet und gewogen.

Die Trockengewichtsbestimmung geschieht durch Eindampfen in flacher Porzellanschale auf dem Wasserbade; handelt es sich um in Alkohol konserviertes Material, so kann man einem Über-den-Rand-Kriechen des Alkohols, das hierbei leicht eintritt, durch Hinzufügen von Wasser vorbeugen. Nachdem die Körper der Tiere hart und trocken geworden sind, trockne ich sie noch 1—2 Stunden im Trockenschrank bei 60°, zerstampfe sie im Mörtel nicht allzu fein, mische gehörig und nehme dann den Alkoholextrakt mit Alkohol und Wasser auf (der sogenannte Alkoholextrakt ist nämlich oft zum größten Teil Wasserextrakt, z. B. bei *Mytilus*) und gieße ihn langsam unter Umrühren auf die zermahlenen Körper, so daß alles gleichmäßig von der extrakthaltigen Flüssigkeit durchdrungen wird, mische noch einige Zeit und trockne bei 60°. Die trockene Substanz wird dann im Achatmörtel ganz fein pulverisiert und nochmals gehörig gerührt und geschüttelt, um die Mischung auch bei kleinen Mengen möglichst gleichmäßig zu gestalten. Darauf trockne ich noch 3—4 Stunden bei 100—110°, da bei 60° nicht alles Wasser aus der kolloidalen organischen Substanz entfernt wird, und bringe sie hierauf in den Exsikkator, in dem sie bis zur Gewichtskonstanz bleibt. Auf jeden Fall jedoch möchte ich empfehlen, wenn es irgend angängig ist, die Tiere frisch zu trocknen, weil man sich viel Arbeit mit dem Mischen spart und zugleich von vornherein eine bessere Mischung erhält. Warum man aber, wenn überhaupt konserviert werden muß, dazu nur Alkohol verwenden kann, wenn man einwandfreie Resultate erzielen will, siehe Brandt, Beiträge usw. pag. 76.

Die Stickstoffbestimmungen geschahen nach der Methode nach Dumas; hierbei, wie bei der Elementaranalyse, habe ich die Substanz mit Co_3O_4 (Kobaltoxyduloxyd) gemischt, das nach meinen Erfahrungen besser und gleichmäßiger oxydiert als CuO . Meist habe ich bei den Stickstoff- und den Kohlenstoff-Wasserstoffbestimmungen zwei Analysen nebeneinander ausgeführt; ergab sich eine größere Differenz als 0,3%, so wurde die Substanz neu gemischt und die Analyse wiederholt. Zur Berechnung verwandte ich bei der Stickstoffanalyse den Durchschnitt der beiden Resultate, bei der Elementaranalyse den höchsten C- und den niedrigsten H-Wert, weil einerseits bei reichlichem Seesalz leicht Kohleteilchen, vom schmelzenden Salz umschlossen, der Verbrennung entgehen, andererseits bei der gleichfalls durch das Seesalz bedingten Hygroskopizität sich ein absolut trockenes Material wohl kaum erhalten läßt. Endlich wurde noch bei der Elementaranalyse wegen des Schwefelgehaltes der Substanz eine längere Schicht Bleichromat vorgelegt, sonst in der üblichen Weise verfahren.

Die Fettextraktionen geschahen im Soxhletschen Apparat mittels über Natrium destilliertem Äther und dauerten etwa 8 Stunden. Die in ein gehärtetes Filter gewickelte Substanz wurde vorher $\frac{1}{2}$ Stunde bei 100° getrocknet, damit die beim Beschicken aufgenommene Feuchtigkeit entfernt wurde.

Nach vollendeter Extraktion wurde der Äther abdestilliert, der Extrakt je $\frac{1}{2}$ Stunde in Trockenschrank und Exsikkator getrocknet, und aus der Differenz der Gewichte des Kölbchens vor und nach der Extraktion der Fettgehalt bestimmt. Außerdem habe ich noch zum Vergleich 2 Analysen nach dem Rosenfeldschen Fettbestimmungsverfahren ausgeführt; die Beschreibung und Kritik dieses Verfahrens, soweit solche hiernach zulässig ist, gebe ich weiter hinten mit den Analysen.

Die Aschenbestimmungen endlich wurden mit dem zur Fettextraktion verwandten Material in einer gewogenen Platinschale ausgeführt. Vorher wurde die Substanz gewogen und auf die ursprüngliche Menge umgerechnet, da beim Überfüllen leicht Verluste entstehen. Zunächst wurde nun nur mit kleiner Flamme erhitzt, später stärker, bis die Asche einigermaßen weiß geworden war. Trotz vorsichtigen Veraschens läßt sich ein Verlust an Chloriden ebensowenig vermeiden wie ein Übrigbleiben unverbrannter Kohle. Diese fand ich ihrem Gewichte nach als Differenz zwischen der getrockneten und der geglühten unlöslichen Asche und habe sie stets gleich abgezogen. Schwieriger wird es bei den Chloriden; Verluste sind dabei absolut unvermeidlich. Da habe ich nun das Chlor, aus dem man auf später zu zeigende Weise das Seesalz berechnet, nicht aus der Asche, sondern direkt aus der Trockensubstanz bestimmt, wobei die Verluste nur gering werden. Ich extrahiere zu diesem Zweck eine gewogene Menge der Trockensubstanz mit warmem Wasser, dampfe das Filtrat mit Ammoniumkarbonat ein und glühe schwach und kurz, um die gelöste organische Substanz zu zerstören, nehme mit Wasser auf, filtriere von der Kohle ab und bestimme dann die Chloride titrimetrisch mit Kaliumchromat als Indikator.

In dem salzsäurelöslichen Teil der Asche bestimme ich auf folgende Weise $\text{Fe}_2\text{O}_3 (+ \text{Al}_2\text{O}_3)$, CaO und P_2O_5 : Die salzsäure Lösung wird, um das Fallen des Kalks als Phosphat zu verhindern, essigsauer gemacht, zum Sieden erhitzt und mit Ammonacetat versetzt; die Fällung $\text{Fe}_2\text{O}_3 (+ \text{Al}_2\text{O}_3) + \text{P}_2\text{O}_5$ wird, wasserfrei gewogen, in Salpetersäure gelöst, P_2O_5 nach Woy bestimmt als $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ und vom Gesamtwert abgezogen. Aus dem noch Kalk und weitere Phosphorsäure enthaltenden Filtrat wird der Kalk entweder (wenn wenig vorhanden) in der essigsäuren Lösung mit Ammonoxalat gefällt und P_2O_5 dann als $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ bestimmt, oder (bei viel Kalk) wird das Filtrat durch FeCl_3 von P_2O_5 befreit, zu 100 ccm usw. aufgefüllt und der Kalk in einem aliquoten Teil in ammoniakalischer Lösung ermittelt, P_2O_5 wieder als Molybdat. Daß beide Methoden gleichwertig sind, zeigen die bei Gammarus ausgeführten Parallelbestimmungen.

Endlich ist noch bei Crustaceen das Chitin zu bestimmen. Es geschieht durch Entkalken mit verdünnter Salzsäure, Waschen, mehrfaches Auskochen mit ca. 15 % Kalilauge, Waschen mit Wasser, Alkohol und Äther, Trocknen und Wägen; dies Rohchitin wird verascht, die Differenz ergibt den Wert für Reinchitin.

Die Analysen.

1. *Carcinus maenas*.

Diese Analyse nehme ich zugleich als Beispiel, um die Art der Rechnung zu zeigen; die übrigen Analysen folgen dann ohne Text.

Das verwandte Material bestand aus 6 Exemplaren, 5 cm breit über dem Cephalothorax, gefangen 21. April 1911 bei Husum am Steindeich, lebend 112,4 g, getrocknet 31,70 g schwer; also enthält das frische Tier 28,20 % Trockensubstanz und 71,80 % Wasser.

Stickstoff. a) Es wurden 0,2428 g Substanz verwandt, der Barometerstand b war 762 mm, die Temperatur t 22°, das gefundene Gasvolumen V 12,8 ccm, entsprechend 0,01447 = $100 \cdot 0,01447 : 0,2428 = 5,96\%$ N.

b) 0,2056 g (b = 762 mm, t = 22°) — 10,8 ccm = 0,01221 g = 5,94 % N.

Der zur Rechnung verwandte Durchschnitt der beiden Analysen ist 5,95 % N.

Chitin. Auf 3,4018 g Substanz kommen 0,2628 g = 7,73 % Reinchitin.

Eiweiß. Auf 7,73 % Chitin kommen unter Zugrundelegung der Formel $\text{C}_9\text{H}_{15}\text{NO}_6$ (6,01 % N) 0,46 % N, so daß für Eiweiß 5,95 — 0,46 = 5,49 % N übrigbleiben. Diese werden in die erwähnte Playfairsche Eiweißformel $\text{C}_{24}\text{H}_{38}\text{N}_6\text{O}_8$ (S darin nicht berücksichtigt) eingesetzt; dort kommen auf 15,61 % N

100 Eiweiß, auf 1% N also 6,41% Eiweiß. 6,41 ist also der Faktor, mit dem multipliziert, der gefundene Stickstoffgehalt den Eiweißgehalt ergibt. $6,41 \cdot 5,49 = 35,19\%$ Eiweiß.

Fett. 10,1790 g Substanz gaben 0,2439 g = **2,39%** Fett.

Kohlehydrate. Elementaranalyse: a) 0,2086 g Substanz gaben 0,2073 g CO_2 und 0,0747 g H_2O , entsprechend 0,0565 g = 27,10% C und 0,0083 g = 3,98% H.

b) 0,1810 g — 0,1786 g CO_2 = 26,91% C und 0,0602 g H_2O = 3,70% H.

Zur Verrechnung kommen der höchste C-Wert und der niedrigste H-Wert, also 27,10% C und 3,70% H. Von diesem überhaupt gefundenen C und H werden die nach den empirischen Formeln für Eiweiß, Chitin und Fett erforderlichen Mengen abgezogen und der Rest auf Kohlehydrate verrechnet.

Gesamtmenge	27,10% C	2,48% H
Im Eiweiß	18,84 „ „	2,48 „ „
„ Chitin	3,58 „ „	0,50 „ „
„ Fett	1,83 „ „	0,29 „ „
Rest	2,85% C	0,43% H.

Der Berechnung lege ich die Formel $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ zugrunde und gehe dabei auch hier von dem C-Wert als dem sichereren aus. Auf 2,85% C kommen dann 0,40% H und 3,20% O, zusammen **6,45%** Kohlehydrate. Das Verhältnis der gefundenen C- und H-Mengen stimmt in diesem Fall recht gut zu der Formel $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$; theoretisch nämlich soll $\text{C}:\text{H} = 7,2:1$ sein, hier ist es 6,63:1. In den meisten anderen Analysen neigt sich die Proportion mehr auf das $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ entsprechende Verhältnis 6:1; man muß aber bedenken, daß man einerseits wohl stets etwas zuviel H erhält wegen der Hygroskopizität des Materials, andererseits bei kleinen Kohlehydratmengen sich ein kleines Mehr an H schon recht stark bemerkbar macht.

Asche. Die extrahierte Substanz wog 9,9320 g; um die wirklich verwandte Menge zu kennen, muß ich noch 2,39% Fett hinzuaddieren. 9,9320 g + x g Fett sind gleich der gesuchten Substanzmenge, die also $(9,9320 + x) \cdot 2,39:100$, oder wieder x g Fett enthält. $(9,9320 + x) \cdot 2,39 = 100 x$; $100 x - 2,39 x = 9,9320 \cdot 2,39$; $x = 0,2432$ g. Es wurden also $9,9320 + 0,2432 = 10,1752$ g Substanz verascht (0,0038 g beim Überfüllen verloren) und gaben 4,6302 g = **45,51%** Asche.

Die Werte für die Aschenbestandteile sind stets auf die gesamte Trockensubstanz, nicht auf die Asche bezogen.

Von der Asche 1. Wasserlöslich 0,4714 g = **4,63%**.

2. HCl-löslich 3,9745 g = **39,06%**.

a) Fe_2O_3 0,1825 g ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$), ab 0,0844 g $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,0981$ g = **0,96%** Fe_2O_3 .

b) CaO zu 250 ccm gelöst, davon zur Bestimmung von CaO 25 ccm, von P_2O_5 50 ccm. 0,1906 g $\text{CaO} \cdot 10 = 1,9060$ g = **18,73%**.

c) P_2O_5 α) 2,2476 g $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{ Mo O}_3 = 0,0844$ g P_2O_5 .

β) 1,0093 g „ „ „ $\cdot 5 = 0,1895$ g P_2O_5 .

Insgesamt 0,2739 g = **2,69%** P_2O_5 .

3. Unlöslich 0,1843 g = **1,81%** Si O_2 .

Seesalz. 2,2522 g Substanz extrahiert; zu 100 ccm gelöst; 10 ccm entsprechen $1,75 \text{ ccm} \frac{1}{10} \text{ n Ag NO}_3$, also 0,0620 g Cl im ganzen oder 2,76% Cl. Die Berechnung des Seesalzes aus dem Chlor beruht auf dem absolut konstanten Chlorgehalt des Seesalzes von 55,37%; man hat also als Faktor $100:55,37$; $2,76 \cdot 100:55,37 = 4,98\%$ Seesalz. Die nähere Ausführung und Begründung dieser Berechnungsart findet man bei Brandt, Beiträge usw. Nun hat man bei diesem so gefundenen Seesalz zwei ihrer Herkunft und Bedeutung nach verschiedene Teile zu unterscheiden, einmal das in den Geweben des Tieres enthaltene Seesalz, andererseits das aus mechanisch in der Kiemenhöhle, zwischen Brutplatten, in Siphonen, in der Mantelhöhle usw. anhaftendem Seewasser stammende, körperfremde Seesalz. Zwar gehört das erstere zur Körperasche und hat einen für das Tier konstanten Wert, der ungefähr dem Wassergehalt entspricht, da sich die Körperflüssigkeit nur wenig von dem umgebenden Medium unterscheiden wird wegen des osmotischen Druckes (siehe die Untersuchungen von Brandt über das Schweben der Radiolarien [Zoolog. Jahrb.,

Systematik 1895—96] oder die Frédéricus über den Salzgehalt des Crustaceenblutes [O. v. Fürth, Vergl. chem. Physiologie der nied. Tiere]), aber der zweite größere, körperfremde Teil des Seesalzes stört die Gleichmäßigkeit der Rechnungen. Denn der größere oder geringere Grad des Auswaschens, event. Verluste beim Öffnen der Muschelschalen usw. gestalten die gesamten Werte in den einzelnen Analysen ungleichmäßig und damit unvergleichbar. Um also untereinander vergleichbare Werte zu erhalten, muß ich das gesamte Seesalz abziehen, wobei man dann eben noch im Gedächtnis behalten kann, daß ein nicht genau bestimmbarer Teil, der etwa dem Wassergehalt unter Berücksichtigung des verschiedenen Salzgehaltes der verschiedenen Meere entspricht (hier etwa 2,3 %) zu Unrecht abgezogen ist, obwohl er zum Körper gehörte. Außer dem Seesalz habe ich nun noch die unlösliche Asche abgezogen, so daß also nur der HCl-lösliche Teil als Asche gerechnet wird und die Werte auf (Seesalz- + SiO_2)-freie Trockensubstanz bezogen werden. Ich gehe dabei von der Erwägung aus, daß ein bei solchen Analysen sich deutlich zeigender SiO_2 -Gehalt nur auf körperfremde Materie, Sand, Diatomeenschalen usw. zurückzuführen ist. In diesem Falle ziehe ich also $4,98 + 1,81 = 6,79\%$ ab, ich erhalte dann auf die reduzierte Trockensubstanz bezogen:

6,38 % N	37,75 % Eiweiß,
	8,29 „ Chitin,
	2,56 „ Fett,
	6,92 „ Kohlehydrate,
41,91 „ Asche	(1,03 % Fe_2O_3 , 20,09 % CaO , 2,89 % P_2O_5)
<hr/>	
97,43 %.	

Die Summe dieser unabhängig voneinander gefundenen Werte beträgt 97,43 %, also nur 2,57 % Differenz vom theoretischen Werte 100 %.

2. *Crangon vulgaris*.

250, gestreckt 5,6 cm lange Exemplare, 24. VIII. 1910 bei Husum, nur kurze Zeit in Alkohol konserviert aufbewahrt, frisch 401 g, getrocknet 97,1 g schwer, also 24,22 % Trockensubstanz und 75,78 % Wasser im frischen Tier.

Stickstoff. a) 0,1612 g (b = 753, t = 18,5°) — 14,9 ccm = 0,01733 g = 10,75 % N.

b) 0,1477 g (b = 754, t = 15°) — 13,4 ccm = 0,01549 g = 10,73 % N.

Also durchschnittlich 10,74 % N.

Chitin. 4,8204 g — 0,2633 g = 5,46 % Chitin.

Eiweiß. 0,33 % N für Chitin ab von 10,74 %, also 10,41 % N für Eiweiß. $10,41 \cdot 6,41 = 66,67\%$ Eiweiß.

Fett. 10,2560 g — 0,3706 g = 3,61 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2940 g — 0,4418 g CO_2 = 40,97 % C und 0,1482 g H_2O = 5,61 % H.

b) 0,3048 g — 0,4548 g CO_2 = 40,68 % C und 0,1539 g H_2O = 5,61 % H.

Also 40,97 % C und 5,61 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett ($35,69 + 2,53 + 2,77$) = 40,99 %, H ($4,71 + 0,43 + 0,35$) = 5,49 % H. Es können hier also keine Kohlehydrate zur Verrechnung kommen.

Asche. 10,2550 g (0,0010 g verloren) — 2,4688 g = 24,08 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,4423 g oder 4,31 %.

2. HCl-löslich 1,9078 „ = 18,60 „

a) Fe_2O_3 0,0388 „ = 0,38 „

b) CaO 0,9080 „ = 8,85 „

c) P_2O_5 α 0,7776 g $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{ MoO}_3 = 0,0292 \text{ g}$ } 0,2386 g = 2,33 % P_2O_5 .

β 0,3282 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,2094 \text{ g}$

3. Unlöslich 0,1187 g = 1,16 %.

Seesalz. Um zu zeigen, wie groß die Verluste an Chloriden beim Veraschen sein können, gebe ich hier die aus der Asche und die aus der Substanz selbst bestimmten Seesalzwerte. Bei den meisten anderen Analysen habe ich dasselbe ausgeführt, was ganz analoge Resultate ergab.

a) Seesalz aus der Asche: von 250 ccm 25 ccm, 25 ccm — 6,1 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO₃ = 0,2162 g
= 2,11 % Cl = 3,81 % Seesalz.

b) Aus der Substanz: 3,7400 g zu 250 ccm extrahiert; 25 ccm — 2,6 ccm $\frac{1}{10}$ Ag NO₃ =
0,09217 g = 2,47 % Cl = 4,45 % Seesalz.

Zur Umrechnung auf reduzierte Trockensubstanz muß ich 4,45 + 1,16 = 5,61 % abziehen:

11,38 % N	70,63 % Eiweiß,
	5,78 „ Chitin,
	3,83 „ Fett,
	19,71 „ Asche (0,40 % Fe ₂ O ₃ , 9,38 % CaO, 2,47 % P ₂ O ₅)
	<u>99,95 %.</u>

Verdauungsprobe. Um zu erproben, wieviel von der Körpersubstanz verdaulich ist, habe ich 4,0137 g einer Verdauungsprobe unterworfen. Indem ich in Erwägung zog, daß bei Wirbellosen wohl nur alkalische, trypsinartige Fermente in Betracht kommen, habe ich auch nur mittels Trypsin verdaut. Zu diesem Zwecke wurden 2 g käufliches Trypsin mit 2 g Natriumbikarbonat in 500 ccm Wasser gelöst und davon 100 ccm zur Substanz hinzugefügt, etwas Chloroform zugetropft, um die Entwicklung von Bakterien zu verhindern, und diese Mischung 16 Tage lang bei 36° im Brutofen gehalten. Am 10. Tage war bei einer gleich behandelten Menge frischen Eiweißes die violette Biuretreaktion verschwunden. Es wurde abfiltriert, gewaschen, getrocknet und gewogen. Unverdaut waren 1,4558 g = 37,96 %, 62,04 % also verdaut; diese Werte sind auf die nur von Seesalz freie Trockensubstanz bezogen, da eben infolge des Auswaschens jede Spur von Seesalz verschwunden war.

3. *Mysis flexuosa*.

6790 Exemplare von 1,2 cm Länge, Juni 1911 im Geestemünder Hafen, getrocknet 5,12 g. Die Zählung geschah, ebenso wie bei Anomalocera, durch Wägen der Gesamtmenge, Wägen eines aliquoten Teiles, Zählen des letzteren in flacher Porzellanschale und Verrechnung auf die Gesamtmenge.

Stickstoff. 0,1264 g (b = 755, t = 23°) — 12,9 ccm = 0,01436 g = 11,37 % N.

Chitin. 1,2400 g — 0,0668 g = 5,39 % Chitin.

Eiweiß. 0,32 % N für Chitin, Rest also 11,05 %. 11,05 · 6,41 = 70,83 % Eiweiß.

Fett. 2,5559 g — 0,0819 g = 3,20 % Fett.

Kohlehydrate. 0,2340 g — 0,3775 g CO₂ = 44,00 % C und 0,1306 g H₂O = 6,20 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (37,92 + 2,50 + 2,46) = 42,88 %, H (5,00 + 0,35 + 0,39) = 5,74 %, Rest für Kohlehydrate also 1,12 % C und 0,46 % H. C : H = 2,5 : 1. Zu 1,12 % C gehören 0,16 % H und 1,28 % O, zusammen 2,56 % Kohlehydrate.

Asche. 2,5429 g — 0,4297 g = 16,90 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,0882 g = 3,47 %.

2. HCl-löslich 0,3303 „ = 12,99 „

a) Fe₂ O₃ 0,0122 „ = 0,48 „

b) CaO 0,1396 „ = 5,49 „

c) P₂ O₅ α) 0,2796 g Molybdat = 0,0105 g } 0,0509 g = 2,00 % P₂ O₅.
β) 1,0761 „ „ = 0,0404 „ }

3. Unlöslich 0,0112 g = 0,44 %.

Seesalz. 0,7220 g zu 100 ccm; 10 ccm — 0,42 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO₃ = 0,00149 g Cl = 2,06 % Cl = 3,72 % Seesalz. Ab also 3,72 + 0,44 = 4,16 %. Wir erhalten auf reduzierte Trockensubstanz:

11,86 % N	73,91 % Eiweiß,
	5,62 „ Chitin,
	3,34 „ Fett,
	2,67 „ Kohlehydrate,
	13,55 „ Asche (0,50 % Fe ₂ O ₃ , 5,73 % CaO, 2,09 % P ₂ O ₅)
	<u>99,09 %.</u>

4. *Gammarus locusta*.

500, gestreckt 2,3 cm lange Exemplare, 10. XII. 1910 Kieler Hafen, frisch eingedampft, frisch 39 g, getrocknet 6,45 g, also 16,54 % Trockensubstanz und 83,46 % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,1515 g (b = 768, t = 11°) — 11,3 ccm = 0,01355 g = 8,94 % N.
b) 0,2012 g (b = 765, t = 13,5°) — 15,2 ccm = 0,01797 g = 8,93 % N.

Also 8,94 % N.

Chitin. 0,1767 g — 0,0133 g = 7,55 % Chitin.

Eiweiß. 0,45 % N ab für Chitin, Rest 8,49 % N. $8,49 \cdot 6,41 = 54,42$ % Eiweiß.

Fett. 3,6027 g — 0,2812 g = 7,81 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1563 g — 0,2228 g CO₂ = 38,88 % C und 0,0794 g H₂O = 5,62 % H.
b) 0,3827 g — 0,5418 g CO₂ = 38,61 % C und 0,1953 g H₂O = 5,66 % H.

Also 38,88 % C und 5,62 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett (29,13 + 3,49 + 5,99) = 38,61 %, H (3,84 + 0,49 + 0,95) = 5,28 %, Rest also 0,27 % C und 0,34 % H. Zu 0,27 % C gehören 0,04 % H und 0,32 % O, zusammen 0,63 % Kohlehydrate. Hier stimmen C und H ganz schlecht überein; das mag z. T. an nicht absoluter Trockenheit, z. T. aber an der verschwindenden Menge der Kohlehydrate liegen.

Asche. 3,5575 g — 0,9930 g = 27,91 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,2543 g = 7,15 %.

2. HCl-löslich 0,7106 „ = 19,97 „

a) Fe₂O₃ 0,0127 „ = 0,36 „

b) CaO 0,3628 „ = 10,20 „

Die Hälfte in ammoniakalischer Lösung: 0,1814 g CaO, die andere in essigsaurer: 0,1807 g CaO.

c) P₂O₅ α) 0,1784 g Molybdat = 0,0067 g } 0,0635 g = 1,79 % P₂O₅.
β) 0,7563 „ „ = 0,0284 „ }

β) gelöst und nochmals bestimmt mit Magnesiummischung: 0,0439 g Mg₂P₂O₇ = 0,0281 g P₂O₅.

3. Unlöslich 0,0281 = 0,79 %.

Seesalz. 0,4936 g zu 100 ccm, 10 ccm — 0,55 ccm $\frac{1}{10}$ n AgNO₃ = 0,0195 g = 3,95 % Cl =

7,13 % Seesalz. Ab also 7,13 + 0,79 = 7,92 %. Auf reduzierte Trockensubstanz:

9,71 % N	59,10 % Eiweiß,
	8,20 „ Chitin,
	8,48 „ Fett,
	0,68 „ Kohlehydrate,
21,69 „ Asche	(0,39 % Fe ₂ O ₃ , 11,08 % CaO, 1,94 % P ₂ O ₅)
<hr/>	
98,15 %.	

Verdauungsprobe. Von 1,3762 g (1,2775 g seesalzfri) sind 0,5881 g unverdaut = 46,03 %, verdaut also 53,97 % der seesalzfri Trockensubstanz.

5. *Glyptonotus entomon*.

31, von 7,2—4,4 cm lange Exemplare, Mai 1911 in der Danziger Bucht, nur kurze Zeit in Alkohol konserviert; frisch 92 g, getrocknet 18,1 g, also 19,67 % Trockensubstanz und 80,33 % Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,1316 g (b = 766, t = 23°) — 8,0 ccm = 0,009045 g = 6,87 % N.

b) 0,1298 g (b = 766, t = 23°) — 8,0 ccm = 0,009045 g = 6,96 % N.

Also durchschnittlich 6,92 % N.

Chitin. 2,0911 g — 0,2736 g = 13,08 % Chitin.

Eiweiß. 0,79 % N für Chitin ab, Rest 6,13 %. $6,13 \cdot 6,41 = 39,30$ % Eiweiß.

Fett. 6,4279 g — 0,1999 g = 3,11 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1123 g — 0,1336 g CO₂ = 32,45 % C und 0,0450 g H₂O = 4,45 % H.

b) 0,1633 g — 0,1933 g CO₂ = 32,28 % C und 0,0675 g = 4,58 % H.

Also 32,45 % C und 4,45 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett $(21,04 + 6,06 + 2,39) = 29,49$ % C, H $(2,77 + 0,84 + 0,39) = 4,00$ % H. Rest für Kohlehydrate 2,96 % C und 0,45 % H; C:H = 6,6:1. Zu 2,96 % C gehören 0,41 % H und 3,28 % O, zusammen 6,65 % Kohlehydrate.

Asche. 6,4114 g — 2,1898 g = 34,16 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,5082 g = 7,93 %.

2. HCl-löslich 1,6291 „ = 25,41 „

a) Fe_2O_3 0,0502 „ = 0,78 „

b) CaO 0,8045 „ = 12,55 „

c) P_2O_5 α) 1,1398 g Molybdat = 0,0428 g } 0,1077 g = 1,68 % P_2O_5 .
 β) 1,7288 g „ = 0,0649 g }

3. Unlöslich 0,0525 = 0,82 %.

Seesalz. 2,2352 g zu 100 ccm; 10 ccm — 2,8 ccm $\frac{1}{10}$ n AgNO_3 = 0,09923 g = 4,44 % Cl = 8,02 % Seesalz. Ab also 8,02 + 0,82 = 8,84 %. Wir erhalten dann auf reduzierte Trockensubstanz:

7,59 % N	43,11 % Eiweiß,
	14,35 „ Chitin,
	3,41 „ Fett,
	7,30 „ Kohlehydrate,
	27,87 „ Asche (0,86 % Fe_2O_3 , 13,77 % CaO , 1,84 % P_2O_5)
	<u>96,04 %.</u>

6. *Anomalocera Patersoni*.

74100 Exemplare, Juni 1911 bei Stavanger, fast reiner Planktonfang, sonst schätzungsweise noch 100 000 Ceratien vorhanden, getrocknet 15,05 g; jedes Tier also trocken 0,0002 g.

Stickstoff. 0,1881 g (b = 755, t = 23°) — 17,2 ccm = 0,01915 g = 10,18 % N.

Chitin. 2,2918 g — 0,1132 g = 4,94 % Chitin.

Eiweiß. 0,30 % N für Chitin, Rest also 9,88 % N. $9,88 \cdot 6,41 = 63,33$ % Eiweiß.

Fett. 4,0179 g — 0,2028 g = 5,05 % Fett.

Kohlehydrate. 0,2532 g — 0,3959 g CO_2 = 42,64 % C und 0,1360 g H_2O = 5,96 % H. C für Eiweiß, Chitin, Fett $(33,90 + 2,29 + 3,87) = 40,06$ %, H $(4,47 + 0,32 + 0,51) = 5,40$ %, Rest also 2,58 % C und 0,56 % H. C:H = 4,7:1. Zu 2,58 % C gehören 0,36 % H und 2,88 % O, zusammen 5,82 % Kohlehydrate.

Asche. 4,0098 g — 0,6719 g = 16,76 %.

1. Wasserlöslich 0,4540 g = 11,32 %.

2. HCl-löslich 0,2179 „ = 5,43 „

a) Fe_2O_3 0,0104 „ = 0,26 „

b) CaO 0,0730 „ = 1,82 „

c) P_2O_5 α) 0,2504 g Molybdat = 0,0094 g } 0,0829 g = 2,07 %.
 β) 1,9694 g „ = 0,0735 g }

3. Unlöslich nicht wägbar.

Seesalz. 1,9290 g zu 100 ccm; 10 ccm — 3,60 ccm $\frac{1}{10}$ n AgNO_3 = 0,1276 g = 6,62 % Cl = 11,95 % Seesalz. 11,95 % ab, ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

11,55 % N	71,88 % Eiweiß,
	5,61 „ Chitin,
	5,73 „ Fett,
	6,61 „ Kohlehydrate,
	6,16 „ Asche (0,30 % Fe_2O_3 , 2,07 % CaO , 2,35 % P_2O_5)
	<u>95,99 %.</u>

Zu bemerken ist noch, daß die Verunreinigung mit ca. 100 000 Ceratien für die Zusammensetzung des Fanges bedeutungslos ist. Denn nach Brandt (Beiträge) liefern erst 42—65 000 000 Ceratien 1 g Trockensubstanz, 100 000 also $\frac{1}{420} - \frac{1}{650}$ g, eine Menge, die bei 15,05 g Gesamttrockensubstanz nicht ins Gewicht fällt, wenngleich die Zusammensetzung dieser Organismen eine wesentlich andere ist (13,2% Eiweiß, 1,3% Fett, 80,5% Kohlehydrate, 5,6% Rohasche).

7. *Mytilus edulis*.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden bei sämtlichen Mollusken Schale und Weichkörper getrennt untersucht.

Mytilus-Schalen.

I. Ganz junge Tiere, Schalenlänge 1 cm, Breite $\frac{1}{2}$ cm.

2,1000 g der bei 100° getrockneten Schalen zu 100 ccm gelöst und davon zweimal je 10 ccm oder 0,2100 g verwandt: 0,1061 g und 0,1063 g = 0,1062 g CaO durchschnittlich; dazu gehören 0,0833 g CO₂, zusammen 0,1895 g = **90,24% Ca CO₃**.

II. Ältere Tiere, 3 cm lang, $1\frac{1}{2}$ cm breit (Mytilus V).

1. 0,2260 g — 0,1153 g CaO, dazu 0,0904 g CO₂ = 0,2057 g = **91,02% Ca CO₃**.

2. Nach Fresenius: 1,9554 g — 0,7821 g CO₂, dazu 0,9970 g CaO = 1,7791 g = **90,94% Ca CO₃**.

III. Alte Tiere, 7,2 cm lang, 3,6 cm breit (Mytilus IV). Je 0,2061 g gaben a) 0,1103, b) 0,1097 g CaO oder durchschnittlich 0,1100 g CaO, dazu 0,0862 g CO₂ = 0,1962 g = **95,24% Ca CO₃**.

Magnesium konnte in allen Fällen (auch in den Schalen der anderen untersuchten Mollusken) ebensowenig gefunden werden wie **P₂O₅**. Über die organische Grundsubstanz (Conchiolin) siehe hinten.

Mytilus-Weichkörper.

Mytilus I (Januar).

21 Exemplare, Schalengröße 5,8:2,4 cm, 26. I. 1911, frisch eingedampft, ebenso wie die übrigen *Mytilus* aus dem Kieler Hafen, frisch mit Schale 258 g, ohne Schale 134 g; Schalen trocken 80,3 g, Weichkörper getrocknet 15,9 g. Schale: Weichkörper = (frisch) 1,1:1, (trocken) 5,1:1; im frischen Weichkörper 11,87% Trockensubstanz und **88,13% Wasser**.

Stickstoff. 0,1692 g (b = 760, t = 22°) — 11,8 ccm = 0,0133 g = **7,86% N**.

Eiweiß. $7,86 \cdot 6,41 =$ **50,40% Eiweiß**.

Fett. 6,2620 g — 0,4828 g = **7,71% Fett**.

Kohlehydrate. 0,1285 g — 0,2050 g CO₂ = 43,51% C und 0,0702 g H₂O = 6,07% H. C für Eiweiß und Fett (26,98 + 5,92) = 32,90%, H (3,51 + 0,93) = 4,44%, Rest also 10,61% C und 1,63% H. C:H = 6,5:1. Zu 10,61% C gehören 1,47% H und 11,76% O, zusammen **24,84% Kohlehydrate**.

Asche. 6,2620 g — 0,9299 g = **14,85% Asche**.

1. Wasserlöslich 0,5598 g = **8,94%**.

2. HCl-löslich 0,3519 „ = **5,62 „**

3. Unlöslich 0,0182 „ = **0,29 „**

Als Seesalz rechne ich die wasserlösliche Asche (weil die Substanz verloren ging, war eine Bestimmung unmöglich). Ab also 8,94 + 0,29 = 9,23%. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,66% N	55,53% Eiweiß,
	8,49 „ Fett,
	27,31 „ Kohlehydrate,
	6,19 „ Asche
	<hr/>
	97,52%.

Mytilus II (April).

18 Exemplare, 5,5:2,3 cm, 29. IV. 1911, frisch eingedampft, frisch mit Schale 205 g, ohne Schale 106 g; Schalen trocken 58,2 g, Weichkörper getrocknet 13,1 g. Schale : Weichkörper = (frisch) 1:1, (trocken) 4,4:1; im frischen Weichkörper 12,36% Trockensubstanz und **87,64%** Wasser.

Stickstoff. a) 0,2355 g (b = 762, t = 22°) — 19,2 ccm = 0,0217 g = 9,22% N.

b) 0,1920 g (b = 762, t = 22°) — 15,8 ccm = 0,01786 g = 9,30% N.

Also durchschnittlich **9,26%** N.

Eiweiß. $9,26 \cdot 6,41 = 59,36\%$ Eiweiß.

Fett. 4,5194 g — 0,7000 g = **15,49%** Fett.

Kohlehydrate. a) 0,1072 g — 0,1896 g CO₂ = 48,24% C und 0,0675 g H₂O = 7,00% H.

b) 0,2020 g — 0,3554 g CO₂ = 47,98% C und 0,1260 g H₂O = 6,93% H.

Also 48,24% C und 6,93% H. C für Eiweiß und Fett (31,78 + 11,88) = 43,86%, H (4,19 + 1,87) = 6,06%, Rest also 4,58% C und 0,87% H, C:H = 5,3:1. Zu 4,58% C gehören 0,64% H und 5,12% O, zusammen **10,34%** Kohlehydrate.

Asche. 4,5167 g — 0,4669 g = **10,34%** Asche.

1. Wasserlöslich 0,3318 g = **7,35%**.

2. HCl-löslich 0,1165 „ = **2,58** „

a) Fe₂O₃ 0,0210 „ = **0,26** „

b) CaO 0,0354 „ = **0,78** „

c) P₂O₅ α) 0,2423 g Molybdat = 0,0091 g } 0,0610 g = **1,35%** P₂O₅.
β) 0,0814 „ Mg₂P₂O₇ = 0,0519 „ }

3. Unlöslich 0,0186 „ = **0,41%**.

Seesalz. 0,8190 g zu 100 ccm; 10 ccm — 1,00 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO₃ = 0,03545 g = **7,82%**

Seesalz. Ab also 7,82 + 0,41 = 8,23%. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

10,09% N 64,68% Eiweiß,

16,88 „ Fett,

11,27 „ Kohlehydrate,

2,81 „ Asche (0,28% Fe₂O₃, 0,85% CaO, 1,47% P₂O₅)

95,64%.

Verdauungsprobe. Von 2,4300 g (2,2399 g seesalzfrei) wurden 0,6391 g nicht verdaut oder 28,53%, verdaut also **71,47%** der seesalzfriren Trockensubstanz.

Mytilus III (Juli).

6 Exemplare, 7,5:3,7 cm, 4. VII. 1911, frisch eingedampft, Schalen trocken 71,2 g, Weichkörper frisch 89 g, getrocknet 10,52 g. Schale : Weichkörper trocken = 6,77:1; im frischen Weichkörper 11,82% Trockensubstanz und **88,18%** Wasser.

Stickstoff. 0,2395 g (b = 755, t = 23°) — 16,7 ccm = 0,0186 g = **7,76%** N.

Eiweiß. $7,76 \cdot 6,41 = 49,77\%$ Eiweiß.

Fett. 4,0010 g — 0,3179 g = **7,95%** Fett.

Kohlehydrate. 0,2022 g — 0,3422 g CO₂ = 46,16% C und 0,1162 g H₂O = 6,38% H.

C für Eiweiß und Fett (26,64 + 6,10) = 32,74%, H (3,51 + 0,96) = 4,47%, Rest also 13,42% C und 1,91% H, C:H = 7,03:1. Zu 13,42% C gehören 1,86% H und 14,88% O, zusammen **30,16%** Kohlehydrate.

Asche. 4,0000 g — 0,3639 g = **9,10%** Asche.

1. Wasserlöslich 0,1799 g = **4,50%**.

2. HCl-löslich 0,1738 „ = **4,35** „

P₂O₅ 1,2078 g Molybdat = 0,0456 g = **1,14%** P₂O₅.

3. Unlöslich 0,0102 g = **0,25%**.

Seesalz. 1,1282 g zu 100 ccm; 10 ccm — 0,90 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO₃ = 0,0319 g = 2,83 % Cl = 5,11 % Seesalz. Ab also 5,11 + 0,25 = 5,36 %. Ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,20 % N	52,59 % Eiweiß,
	8,40 „ Fett,
	31,87 „ Kohlehydrate,
	4,60 „ Asche (1,20 % P ₂ O ₅)
	<hr/> 97,46 %.

Mytilus IV (Oktober).

42 Exemplare, 7,2:3,6 cm, 22. X. 1902 am Strander Grasberg, lange in Alkohol aufbewahrt (ich verdanke dies Material ebenso wie Asterias und Collozoum Herrn Prof. Dr. Brandt). Weichkörper getrocknet 60,1 g und zwar waren davon 32,1 g nicht gelöst und 28 g „Alkoholextrakt“. Schalen trocken 636 g, Schalen: Weichkörper = 10,58:1.

Stickstoff. a) 0,3158 g (b = 753, t = 14°) — 18,9 ccm = 0,02192 g = 6,94 % N.
b) 0,2302 g (b = 755, t = 15°) — 13,8 ccm = 0,01518 g = 6,94 % N.

Eiweiß. 6,94 · 6,41 = 44,47 % Eiweiß.

Fett. 11,7860 g — 0,5361 g = 4,55 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,4196 g — 0,5671 g CO₂ = 36,86 % C und 0,1917 g H₂O = 5,08 % H.
b) 0,3877 g — 0,5200 g CO₂ = 36,58 % C und 0,1764 g H₂O = 5,09 % H.

Also 36,86 % C und 5,08 % H. C für Eiweiß und Fett (23,81 + 3,49) = 27,30 %, H (3,14 + 0,55) = 3,69 %, Rest also 9,56 % C und 1,39 % H, C: H = 6,88:1. Zu 9,56 % C gehören 1,33 % H und 10,64 % O, zusammen 21,53 % Kohlehydrate.

Asche. 11,7849 g — 3,3280 g = 28,24 % Asche.

1. Wasserlöslich 2,8107 g = 23,85 %.

2. HCl-löslich 0,4692 „ = 3,98 „

a) Fe₂ O₃ 0,0329 „ = 0,28 „

b) CaO 0,1808 „ = 1,57 „

c) P₂ O₅ α) 0,3888 g Molybdat = 0,0146 g } 0,1315 g = 1,12 % P₂ O₅.
β) 3,1130 „ „ = 0,1169 „ }

3. Unlöslich 0,0481 g = 0,41 %.

Seesalz. 2,4185 g zu 250 ccm; 25 ccm — 9,25 ccm $\frac{1}{10}$ n Ag NO₃ = 0,3279 g Cl = 13,56 % Cl =

24,49 % Seesalz. Ab also 24,49 + 0,41 = 24,90 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,26 % N	59,22 % Eiweiß,
	6,06 „ Fett,
	28,67 „ Kohlehydrate,
	5,30 „ Asche (0,37 % Fe ₂ O ₃ , 2,09 % CaO, 1,49 % P ₂ O ₅)
	<hr/> 99,58 %.

Verdauungsprobe. 3,9077 g (2,9620 g seesalzfür) hinterließen 0,9198 g unverdaut oder 31,05 %, verdaut also 68,95 % der seesalzfür Trockensubstanz.

Mytilus V (Dezember).

30 Exemplare, 3:1,5 cm, 1. XII. 1910, frisch eingedampft, Schalen trocken 33 g, Weichkörper frisch 86 g, getrocknet 8,35 g; also 9,71 % Trockensubstanz und 90,29 % Wasser im frischen Weichkörper. Schalen: Weichkörper = 3,9:1.

Stickstoff. 0,1567 g (b = 762, t = 21°) — 10,6 ccm = 0,012 g = 7,68 % N.

Eiweiß. 7,68 · 6,41 = 49,25 % Eiweiß.

Fett. 3,5256 g — 0,3508 g = 9,95 % Fett.

Kohlehydrate. 0,1520 g — 0,2587 g CO_2 = 46,24 % C und 0,0883 g H_2O = 6,45 % H. C für Eiweiß und Fett (26,37 + 7,64) = 34,01 %, H (3,48 + 1,20) = 4,68 %, Rest also 12,23 % C und 1,77 % H, C:H = 6,9:1. Zu 12,23 % C gehören 1,70 % H und 14,56 % O, zusammen 27,53 % Kohlehydrate.

Asche. 3,5162 g — 0,3804 g = 10,82 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,1874 g = 5,33 %.

2. HCl-löslich 0,1748 „ = 4,97 „

3. Unlöslich 0,0182 „ = 0,52 „

Seesalz. Das Wasserlösliche als Seesalz gerechnet. Also ab 5,33 + 0,52 = 5,85 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

8,16 % N	52,31 % Eiweiß,
	10,57 „ Fett,
	29,25 „ Kohlehydrate,
	5,28 „ Asche
	<hr/>
	97,41 %.

8. *Mya arenaria*.

10 Exemplare, 6,2:3,6 cm, 21. IV. 1911 bei Husum, in Alkohol konserviert, frisch mit Schale 208 g, ohne Schale 92 g, Schalen trocken 67,5 g, Weichkörper getrocknet 12,53 g. Im frischen Weichkörper also 13,62 % Trockensubstanz und 86,38 % Wasser. Schalen: Weichkörper = 5,4:1.

Schale.

0,2970 g — a) 0,1630 g, b) 0,1636 g CaO, durchschnittlich 0,1633 g CaO oder 0,2914 g = 98,11 % CaCO_3 .

Weichkörper.

Stickstoff. a) 0,1643 g (b = 762, t = 22°) — 12,6 ccm = 0,0142 g = 8,67 % N.

b) 0,2542 g (b = 760, t = 21°) — 19,8 ccm = 0,0224 g = 8,82 % N.

Durchschnittlich also 8,75 % N.

Eiweiß. 8,75 · 6,41 = 56,09 % Eiweiß.

Fett. 6,7666 g — 0,2088 g = 3,09 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,3153 g — 0,4160 g CO_2 = 35,98 % C und 0,1418 g H_2O = 5,01 % H.

b) 0,2020 g — 0,2682 g CO_2 = 36,21 % C und 0,1010 g H_2O = 5,00 % H.

Also 36,21 % C und 5,00 % H. C für Eiweiß und Fett (30,03 + 2,37) = 32,40 %, H (3,96 + 0,37) = 4,33 %, Rest 3,81 % C und 0,67 % H, C:H = 5,7:1. Zu 3,81 % C gehören 0,53 % H und 4,24 % O, zusammen 8,58 % Kohlehydrate.

Asche. 6,7582 g — 1,9840 g = 29,36 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,5744 g = 8,50 %.

2. HCl-löslich 0,4293 „ = 6,35 „

a) Fe_2O_3 0,0877 „ = 1,30 „

b) CaO 0,0898 „ = 1,33 „

c) P_2O_5 α) 2,1012 g Molybdat = 0,0789 g } 0,1305 g = 1,93 % P_2O_5 .
 β) 0,0809 „ $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,0516 „ }

3. Unlöslich 0,9803 g = 14,51 %.

Seesalz. 1,1370 g zu 250 ccm; 50 ccm — 4,00 ccm $\frac{1}{10}$ n AgNO_3 = 0,0709 g = 6,24 % Cl = 11,26 % Seesalz. (Es war versehentlich viel zu lange verascht, daher der große Verlust an Chloriden im wasserlöslichen Teil der Asche.) Ab also 25,77 %, ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

11,79 % N	75,56 % Eiweiß,
	4,16 „ Fett,
	11,56 „ Kohlehydrate,
	8,56 „ Asche (1,75 % Fe_2O_3 , 1,79 % CaO , 2,59 % P_2O_5)
	<hr/>
	99,84 %.

9. *Litorina litorea*.

120 Exemplare, 1,4 cm lang längs der Kolumella, 27. XII. 1910 bei Husum, in Alkohol konserviert; frisch mit Schale 225 g, ohne Schale 54 g, getrocknet Schalen 161 g, Weichteile 13,63 g. Schalen zu Weichkörper frisch = 3,17:1, trocken = 11,8:1; im frischen Weichkörper 25,24 % Trockensubstanz und 74,76 % Wasser.

Schale.

1. 0,2118 g ——— 0,1147 g CaO oder 0,2047 g = 96,65 % Ca CO₃.
2. Nach Fresenius. 1,1178 g ——— 0,4749 g CO₂ oder 1,0803 g = 96,65 % Ca CO₃.

Weichkörper.

Stickstoff. a) 0,1926 (b = 756, t = 15°) ——— 13,9 ccm = 0,016113 g = 8,37 % N.
 b) 0,2024 g (b = 756, t = 15°) ——— 14,7 ccm = 0,01704 g = 8,42 % N, durchschnittlich also 8,40 % N.

Eiweiß. $8,40 \cdot 6,41 = 53,85$ % Eiweiß.

Fett. 5,4514 g ——— 0,3965 g = 7,27 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2335 g ——— 0,3716 g CO₂ = 43,40 % C und 0,1330 g H₂O = 6,34 % H.
 b) 0,1997 g ——— 0,3193 g CO₂ = 43,61 % C und 0,1090 g H₂O = 6,06 % H;
 also 43,61 % C und 6,06 % H. C für Eiweiß und Fett (28,83 + 5,58) = 34,41 %, H (3,80 + 0,88) = 4,68 %; Rest 9,20 % C und 1,38 % H, C:H = 6,7:1. Zu 9,20 % C gehören 1,28 % H und 10,24 % O, zusammen 20,72 % Kohlehydrate.

Asche. 5,4039 g ——— 0,7991 g = 14,80 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,2509 g = 4,64 %.
2. HCl-löslich 0,4315 „ = 7,99 „
 a) Fe₂O₃ 0,0150 „ = 0,28 „
 b) CaO 0,1838 „ = 3,40 „
 c) P₂O₅ α) 0,2131 g Molybdat = 0,0080 g } 0,0680 g = 1,26 % P₂O₅.
 β) 0,0940 „ Mg₂P₂O₇ = 0,0600 „ }
3. Unlöslich 0,1173 g = 2,17 %.

Seesalz. 1,9710 g zu 250 ccm; 25 ccm ——— $1,45 \text{ ccm} \cdot \frac{1}{10} \text{ n Ag NO}_3 = 0,0514 \text{ g Cl} = 4,72$ %

Seesalz. Ab also 4,72 + 2,17 = 6,89 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,02 % N 57,84 % Eiweiß,
 7,81 „ Fett,
 22,25 „ Kohlehydrate,
 8,58 „ Asche (0,30 % Fe₂O₃, 3,65 % CaO, 1,35 % P₂O₅)
 96,48 %.

Verdauungsprobe. Von 2,2127 g (2,1083 g seesalzfrei) blieben 0,5820 g unverdaut = 27,61 %, verdaut also 72,39 % der seesalzfremen Trockensubstanz.

10. *Asterias rubens*.

7 Exemplare vom Durchmesser 4,5 cm, 82 3 cm, 586 2 cm, 100 1,5 cm, gemessen als Durchmesser eines um die Spitzen der Arme gelegten Kreises, 22. X. 1902, Strander Grasberg, lange in Alkohol aufgehoben, getrocknet 47,1 g.

Stickstoff. a) 0,2286 g (b = 762, t = 15°) ——— 10,1 ccm = 0,0118 g = 5,16 % N.
 b) 0,2272 g (b = 764, t = 15°) ——— 9,6 ccm = 0,01125 g = 4,95 % N, durchschnittlich 5,06 % N.

Eiweiß. $5,06 \cdot 6,41 = 32,44$ % Eiweiß.

Fett. 10,4680 g ——— 0,5550 g = 5,30 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2929 g ——— 0,2706 g CO₂ = 25,20 % C und 0,0999 g H₂O = 3,79 % H.
 b) 0,3028 g ——— 0,2744 g CO₂ = 24,98 % C und 0,0973 g H₂O = 3,57 % H,
 also 25,20 % C und 3,57 % H. C für Eiweiß und Fett (17,36 + 4,07) = 21,43 %, H (2,29 + 0,64) = 2,93 %, Rest 3,77 % C und 0,64 % H, C:H = 5,9:1. Zu 3,77 % C gehören 0,52 % H und 4,16 % O, zusammen 8,45 % Kohlehydrate.

Asche. 10,4569 g — 5,3128 g = **50,81 %** Asche.

1. Wasserlöslich 0,6788 g = **6,49 %**.

2. HCl-löslich 4,6026 „ = **44,02 „**

a) Fe_2O_3 0,0282 „ = **0,27 „**

b) CaO 2,5200 „ = **24,10 „**

c) P_2O_5 $\alpha)$ 0,2423 g Molybdat = 0,0091 g } 0,0995 g = **0,95 %** P_2O_5 .
 $\beta)$ 2,4107 g „ = 0,0904 „ }

3. Unlöslich 0,0314 g = **0,30 %**.

Seesalz. 4,1172 g zu 250 ccm, 25 ccm — 4,45 ccm $\frac{1}{10}$ n AgNO_3 = 0,15775 g = 3,83% Cl =

6,92 % Seesalz. Ab also 6,92 + 0,30 = 7,22 %, ich erhalte auf reduzierte Trockensubstanz:

5,45 % N 34,96 % Eiweiß,

5,71 „ Fett,

9,11 „ Kohlehydrate,

47,44 „ Asche (0,29 % Fe_2O_3 , 25,98 % CaO , 1,02 % P_2O_5)

97,22 %.

Verdauungsprobe. 4,2561 g (3,9616 g seesalzfrei) hinterlassen 2,5655 g unverdaut = 64,76 %, verdaut also **35,24 %** der seesalzfremen Trockensubstanz.

11. *Nereis diversicolor*.

65 Exemplare, 6,2 cm lang, 20. VI. 1911, Friedrichsort auf Seegrasswiese, keine epitoke Form; frisch 15,2 g, getrocknet 1,1 g; also 27,63 % Trockensubstanz und **72,73 %** Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. 0,1596 g (b = 767, t = 27°) — 13,8 ccm = 0,0153 g = **9,59 %** N.

Eiweiß. $9,59 \cdot 6,41$ = **61,44 %** Eiweiß.

Fett. 0,6668 g — 0,1011 g = **15,16 %** Fett.

Kohlehydrate. 0,1139 g — 0,2171 g CO_2 = 51,98 % C und 0,0760 g H_2O = 7,41 % H. C für Eiweiß und Fett (32,89 + 11,63) = 44,52 %, H (4,34 + 1,84) = 6,18 % H, Rest 7,46 % C und 1,23 % H, C : H = 6,1 : 1. Zu 7,46 % C gehören 1,04 % H und 8,32 % O, zusammen **16,82 %** Kohlehydrate (hierin ist auch etwas Chitin enthalten, das aus Mangel an Material nicht bestimmt werden konnte, jedenfalls aber sehr wenig ist, zu wenig, um die Werte beeinflussen zu können).

Asche. 0,6660 g — 0,0452 g = **6,79 %** Asche.

1. Wasserlöslich 0,0348 g = **5,23 %**.

2. HCl-löslich 0,0104 „ = **1,57 „**

3. Unlöslich. Nicht wägbar.

Seesalz. Als Seesalz rechne ich den wasserlöslichen Teil und erhalte auf reduzierte Trockensubstanz:

10,20 % N 64,83 % Eiweiß,

16,00 „ Fett,

17,75 „ Kohlehydrate,

1,66 „ Asche

100,24 %.

12. *Arenicola marina*.

12 Exemplare, 8,8 cm lang, 25. IV. 1911, bei Husum, frisch 20 g, getrocknet 4,1 g; also 20,5 % Trockensubstanz und **79,50 %** Wasser des frischen Tieres.

Stickstoff. a) 0,3430 g (b = 758, t = 23°) — 14,6 ccm = 0,0163 g = 4,76 % N.

b) 0,2829 g (b = 758, t = 24°) — 12,5 ccm = 0,0139 g = 4,92 % N. Durchschnittlich **4,84 %** N.

Eiweiß. $4,84 \cdot 6,41$ = **31,03 %** Eiweiß.

Fett. 2,8973 g — 0,1242 g = **4,29 %** Fett.

Kohlehydrate. 0,2751 g — 0,2428 g CO_2 = 24,07 % C und 0,0828 % H_2O = 3,34 % H. C für Eiweiß und Fett (16,19 + 3,29) = 19,48 %, H (2,14 + 0,52) = 2,66 %; Rest 4,59 % C und 0,68 % H, C:H = 6,8:1. Zu 4,59 % C gehören 0,59 % H und 4,72 % O, zusammen 9,58 % Kohlehydrate.

Asche. 2,8951 g — 1,5197 g = 52,49 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,1604 g = 5,54 %.

2. HCl-löslich 0,0741 „ = 2,56 „

a) Fe_2O_3 0,0126 „ = 0,44 „

b) CaO 0,0138 „ = 0,48 „

c) P_2O_5 α) 0,2583 g Molybdat = 0,0097 g } 0,0246 g = 0,85 % P_2O_5 .
 β) 0,0233 „ $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,0149 „ }

3. Unlöslich 1,2852 g = 44,39 %.

Seesalz. Als Seesalz rechne ich den wasserlöslichen Teil und habe also 5,54 + 44,39 = 49,93 % abzuziehen; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

9,67 % N	61,97 % Eiweiß,
	8,56 „ Fett,
	19,13 „ Kohlehydrate,
	5,11 „ Asche (0,89 % Fe_2O_3 , 0,96 % CaO , 1,70 % P_2O_5)
<hr/>	
94,77 %.	

13. *Pennatula spec.*

86 Exemplare, 7,8 cm lang, Mai 1911 bei Stavanger, in Alkohol konserviert, getrocknet 35,5 g.

Stickstoff. a) 0,2264 g (b = 762, t = 20°) — 11,5 ccm = 0,01312 g = 5,80 % N.

b) 0,2067 g (b = 762, t = 21°) — 10,4 ccm = 0,0118 g = 5,72 % N. Durchschnittlich 5,76 % N.

Eiweiß. 5,76 · 6,41 = 36,92 % Eiweiß.

Fett. 5,5765 g — 0,2962 g = 5,31 % Fett.

Kohlehydrate. a) 0,2560 g — 0,2370 g CO_2 = 25,25 % C und 0,0801 g H_2O = 3,48 % H.

b) 0,1627 g — 0,1498 g CO_2 = 25,11 % C und 0,0513 g H_2O = 3,50 % H.

Also 25,25 % C und 3,48 % H. C für Eiweiß und Fett (19,77 + 4,07) = 23,84 %, H (2,61 + 0,65) = 3,26 % H; Rest 1,41 % C und 0,22 % H, C:H = 6,4:1. Zu 1,41 % C gehören 0,20 % H und 1,60 % O, zusammen 3,21 % Kohlehydrate.

Asche 5,5765 g — 2,8862 g = 51,76 % Asche.

1. Wasserlöslich 0,2450 g = 4,39 %.

2. HCl-löslich 2,5839 „ = 46,34 „

a) Fe_2O_3 0,0246 „ = 0,44 „

b) CaO 1,3750 „ = 24,66 „

c) P_2O_5 α) 0,5140 g Molybdat = 0,0193 g } 0,0718 g = 1,29 %.
 β) 1,1174 „ „ = 0,0525 „ }

3. Unlöslich 0,0573 = 1,03 %.

Seesalz. 1,0202 g zu 100 ccm; 10 ccm — 0,75 % $\frac{1}{10}$ n AgNO_3 = 0,02659 g = 2,61 % Cl =

4,71 % Seesalz. Ab also 4,71 + 1,03 = 5,74 %; ich erhalte dann auf reduzierte Trockensubstanz:

6,11 % N	39,17 % Eiweiß,
	5,63 „ Fett,
	3,41 „ Kohlehydrate,
	49,16 „ Asche (0,47 % Fe_2O_3 , 26,16 % CaO , 1,37 % P_2O_5)
<hr/>	
97,37 %.	

Verdaunungsprobe. 6,5753 g (6,2656 g seesalzfrei) hinterlassen 4,5418 g unverdaut = 72,81 %, verdaut also 27,19 % der seesalzf freien Trockensubstanz.

14. Collozoum inerme.

10750 Kolonien, Oktober 1879 Neapel, in lebendem Zustande in reinen Alkohol gebracht und seitdem aufbewahrt, getrocknet 47,7 g.

Da die Trockensubstanz 86,50 % Seesalz enthielt, war eine Elementaranalyse unmöglich.

Stickstoff. 0,3320 g ($b = 736$, $t = 15^\circ$) — 1,7 ccm = 0,00644 g = 0,58 % N, auf seesalzfreie Trockensubstanz 4,28 % N.

Eiweiß. $4,28 \cdot 6,41 = 27,44$ % Eiweiß.

Fett. 12,3400 g — 0,0326 g = 0,26 % Fett, auf seesalzfreie Trockensubstanz 1,96 % Fett.

Asche. Auf 2,8370 g 0,0363 g wasserunlösliche Asche = 1,28 % (9,92 %).

Kohlehydrate als Differenz von 100 % berechnet: 60,68 %.

I. Tabelle der untersuchten Tiere nach Zahl, Größe, Gewicht usw.

	Zahl der Tiere	Zeit und Ort des Fanges	Durchschnittliche Größe	Gesamtgewicht der lebenden Tiere		Gewicht der Trockensubstanz		Jedes einzelne Tier dieser Größe liefert g Trockensubstanz	
1. Carcinus	6	21. IV. 1911 Husum	5 cm breit über Cephalothorax	112,4		31,70		5,28	
2. Crangon	250	24. VIII. 1910 Husum	5,6 cm gestreckt	401		97,10		0,39	
3. Mysis	6790	VI. 1911 Geestemünder Hafen	1,2 " "	—		5,12		0,00075	
4. Gammarus	500	10. XII. 1910 Kieler Hafen	2,3 " "	39		6,45		0,0129	
5. Glyptonotus	31	V. 1911 Danziger Bucht	v. 7,2—4,4 cm	92		18,10		—	
6. Anomalocera	74100	VI. 1911 Stavanger	ca. 0,2 cm	—		15,05		0,0002	
7. Mytilus I (Januar) . .	21	21. I. 1911 Kieler Hafen	Schalengröße 5,8 : 2,4 cm	258	134	80,3	15,9	4,58	0,75
8. Mytilus II (April) . .	18	29. IV. 1911 Kieler Hafen	5,5 : 2,3 "	205	106	58,2	13,1	3,97	0,73
9. Mytilus III (Juli) . .	6	4. VII. 1911 Kieler Hafen	7,5 : 3,7 "	—	89	71,2	10,52	13,62	1,75
10. Mytilus IV (Oktober) .	42	22. X. 1902 Strander Grasberg	7,2 : 3,6 "	—	—	636	60,1	16,57	1,43
11. Mytilus V (Dezemb.) .	30	1. XII. 1910 Kieler Hafen	3 : 1,5 "	—	86	33	8,35	1,38	0,28
12. Mya	10	21. IV. 1911 Husum	6,2 : 3,6 "	208	92	67,5	12,53	8,00	1,25
13. Litorina	120	27. XII. 1910 Husum	1,4 cm längs Columella	225	54	161	13,63	1,46	0,114
14. Asterias	775	22. X. 1902 Strander Grasberg	4,5—1,5 cm Durchmesser des Kreises um Armspitzen	—		47,1		—	
15. Nereis	65	20. VI. 1911 Friedrichsort	6,2 cm	15,2		1,1		0,0169	
16. Arenicola	12	25. IV. 1911 Husum	8,8 "	20		4,1		0,34	
17. Pennatula	86	V. 1911 Stavanger	7,8 "	—		35,5		0,41	
18. Collozoum	10750 Kolonien	X. 1879 Neapel	—	—		47,7		0,0044	

Für die Mollusken gilt die linke Seite der Rubrik des Lebendgewichtes für Schale + Weichkörper, die rechte nur für Weichkörper, die linke unter Trockensubstanzgewicht nur für Schale, die rechte nur für Weichkörper, die linke unter Trockensubstanzgewicht des Einzeltieres für Gesamttrockensubstanz (Schale + Weichkörper), die rechte nur für Weichkörper.

II. Tabelle der Analysenresultate.

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohle- hydrate	Roh- asche	Seesalz	Fe ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	Si O ₂	H ₂ O
1. Carcinus	5,95	7,73	35,19	2,39	6,45	45,51	4,98	0,96	18,73	2,69	1,81	71,80
2. Crangon	10,74	5,46	66,67	3,61	fehlend	24,08	4,45	0,38	8,85	2,33	1,16	75,78
3. Mysis	11,37	5,39	70,83	3,20	2,56	16,90	3,72	0,48	5,49	2,00	0,44	—
4. Gammarus	8,94	7,55	54,42	7,81	0,63	27,91	7,13	0,36	10,20	1,79	0,79	83,46
5. Glyptonotus	6,92	13,08	39,30	3,11	6,65	34,16	8,02	0,78	12,55	1,68	0,82	80,33
6. Anomalocera	10,18	4,94	63,33	5,05	5,82	16,76	11,95	0,26	1,82	2,07	—	—
7. Mytilus I (Januar) . .	7,86	—	50,40	7,71	24,84	14,85	8,94	—	—	—	0,29	88,13
8. Mytilus II (April) . .	9,26	—	59,36	15,49	10,34	10,34	7,82	0,26	0,78	1,35	0,41	87,64
9. Mytilus III (Juli) . .	7,76	—	49,77	7,95	30,16	9,10	5,11	—	—	1,14	0,25	88,18
10. Mytilus IV (Oktober) .	6,94	—	44,47	4,55	21,53	28,24	24,49	0,28	1,57	1,12	0,41	—
11. Mytilus V (Dezemb.) .	7,68	—	49,25	9,95	27,53	10,82	5,33	—	—	—	0,52	90,29
12. Mya	8,75	—	56,09	3,09	8,58	29,36	11,79	1,30	1,33	1,93	14,51	86,38
13. Litorina	8,40	—	53,85	7,27	20,72	14,80	4,72	0,28	3,40	1,26	2,17	74,76
14. Asterias	5,06	—	32,44	5,30	8,45	50,81	6,92	0,27	24,10	0,95	0,30	—
15. Nereis	9,59	—	61,44	15,16	16,82	6,79	5,23	—	—	—	—	72,37
16. Arenicola	4,84	—	31,03	4,29	9,58	52,49	5,54	0,44	0,48	0,85	44,39	79,50
17. Pennatula	5,76	—	36,92	5,31	3,21	51,76	4,71	0,44	24,66	1,29	1,03	—

Nur Weichkörper

Schalen	Ca CO ₃	g - Schale zu Weich- körper (trocken)
Mytilus, jung (1 cm)	90,24	—
Mytilus, älter (M. V)	91,02	3,9 : 1 4,4 : 1
Mytilus, alt (M. IV)	95,24	10,58 : 1 6,77 : 1
Mya	98,11	5,4 : 1
Litorina	96,65	11,8 : 1

Aus praktischen Rücksichten wurden bei Mollusken Weichkörper und Schale getrennt untersucht, in allen anderen Fällen handelt es sich aber um die gesamten Tierkörper. Die Werte der Tabelle II sind die direkt aus der Trockensubstanz festgestellten Analysenresultate und, da diese noch wechselnde Mengen von Seesalz und Sand u. dergl. enthält, noch ungleichmäßig und unvergleichbar (die Zahlen für Wassergehalt beziehen sich natürlich auf den frischen Tierkörper). Einheitlich und vergleichbar werden erst die Werte nach Abzug dieser labilen Faktoren, Seesalz und Kieselsäure, siehe dafür Tabelle III der reduzierten Werte. — In Molluskenschalen ist Ca CO₃ der einzige anorganische Bestandteil und daher nur dieser bestimmt.

III. Tabelle der reduzierten Werte.

	N	Chitin	Eiweiß	Fett	Kohle- hydrate	Asche	Fe ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	Verdau- bar
1. Carcinus	6,38	8,29	37,75	2,56	6,92	41,91	1,03	20,09	2,89	—
2. Crangon	11,38	5,78	70,63	3,83	fehlend	19,71	0,40	9,38	2,47	62,04
3. Mysis	11,86	5,62	73,91	3,34	2,67	13,55	0,50	5,73	2,09	—
4. Gammarus	9,71	8,20	59,10	8,48	0,68	21,69	0,39	11,08	1,94	53,97
5. Glyptonotus	7,59	14,35	43,11	3,41	7,30	27,87	0,86	13,77	1,84	—
6. Anomalocera	11,55	5,61	71,88	5,73	6,61	6,61	0,30	2,07	2,35	—
7. Mytilus I (Januar)	8,66	—	55,53	8,49	27,31	6,19	—	—	—	—
8. Mytilus II (April)	10,09	—	64,68	16,88	11,27 [8,19]	2,81	0,28	0,85	1,47	71,47
9. Mytilus III (Juli)	8,20	—	52,59	8,40	31,87 [27,89]	4,60	—	—	1,20	—
10. Mytilus IV (Oktober)	9,26	—	59,22	6,06	28,67	5,30	0,37	2,09	1,49	68,95
11. Mytilus V (Dezemb.)	8,16	—	52,31	10,57	29,25 [24,82]	5,28	—	—	—	—
12. Mya	11,79	—	75,56	4,16	11,56	8,56	1,75	1,79	2,59	—
13. Litorina	9,02	—	57,84	7,81	22,25 [6,00]	8,58	0,30	3,65	1,35	72,39
14. Asterias	5,45	—	34,96	5,71	9,11	47,44	0,29	25,98	1,02	35,24
15. Nereis	10,12	—	64,83	16,00	17,75	1,66	—	—	—	—
16. Arenicola	9,67	—	61,97	8,56	19,13	5,11	0,89	0,96	1,70	—
17. Pennatula	6,11	—	39,17	5,63	3,41	49,16	0,47	26,16	1,37	27,19
18. Collozoum	4,28	—	27,44	1,96	60,68	9,92	—	—	—	—

Die eingeklammerten Zahlen unter den Kohlehydratwerten geben die gefundenen Glykogenmengen an. Sämtliche Werte beziehen sich auf die Trockensubstanz nach Abzug von Seesalz und SiO₂, außer den Werten für Glykogen und Verdaubarkeit, und bei Collozoum, wo ebenfalls nur das Seesalz abgezogen wurde.

IV. Tabelle der Molluskenanalysen auf (Schale + Weichkörper) bezogen.

	Rohasche	Organische Substanz	Eiweiß + Conchiolin	Fett	Kohle- hydrate	Seesalz
Mytilus IV	89,35	10,65	8,18 { 3,84 4,34	0,39	1,86	2,11
Mytilus V	74,83	25,17	17,12 { 9,95 7,17	2,01	5,56	1,08
Mya	87,35	12,65	10,37 { 8,78 1,59	0,48	1,34	1,85
Litorina	90,27	9,73	7,29 { 4,20 3,09	0,57	1,62	0,37

Da ich es leider unterlassen hatte, die Menge der organischen Substanz in den Molluskenschalen festzustellen, so kann ich keine absolut sicheren Werte für die Zusammensetzung der Gesamttrockensubstanz (Schale + Weichkörper) der Mollusken angeben, weil ich eben nicht weiß, ob ich wirklich den gesamten Rest, der nach Abzug der CaCO₃-Menge von 100% bleibt, als organische Substanz (Conchiolin) ansprechen darf. Wenn ich aber dies voraussetze, so kann ich obenstehende Tabelle der Analysenresultate für Gesamttrockensubstanz zusammenstellen. Da ich von Mytilus I, II, III die Schalen nicht untersucht habe, der Aschengehalt derselben aber sehr mit der Größe wechselt, so konnte ich sie nicht mit in die Berechnung hineinziehen. Man sieht leicht bei Vergleichung dieser Tabelle mit den entsprechenden Werten in Tabelle II, wie sehr die Gleichmäßigkeit und Vergleichbarkeit der Analysenresultate durch die Verschiedenheit der Menge und des Aschengehaltes der Schalensubstanz beeinträchtigt wird.

Über Conchiolin, Glykogen und Fettbestimmungsmethode.

1. Conchiolin.

Über das Conchiolin, wie Frémy die organische Grundsubstanz der Muschelschalen genannt hat, existieren recht zahlreiche Untersuchungen von Frémy, C. Schmidt, Schloßberger, C. Voit, Krukenberg, Engel und Wetzel. [Ausführliche Darstellung aller dieser Arbeiten findet man bei Reichardt, Über Cutikular- und Gerüstsubstanzen bei wirbellosen Tieren (Diss. Heidelberg 1902) oder bei O. v. Fürth, Vergl. chem. Physiologie der niederen Tiere.] Nachdem man es zuerst für Chitin gehalten hatte (Kost), stellte Schloßberger einen Stickstoffgehalt von über 16% fest, so daß man es wohl unter die Eiweißkörper rechnen mußte. Während Voit Rotfärbung mit Millons Reagens fand, stellt das Krukenberg wieder in Abrede (bejaht aber das Vorkommen von Leucin), vielleicht weil er einen anderen Stoff untersuchte, die Eischalen von Murex, die er wohl mit Unrecht für reinstes Conchiolin hielt und dadurch die Frage unnötig komplizierte; er stellte sogar eine Formel des Conchiolins auf: $C_{30}H_{48}N_9O_{11}$ (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie u. verwandte Gebiete 1885, pag. 1830). Dieselben Angaben wie Krukenberg machen die Lehrbücher der physiolog. Chemie von Hamarsten und Neumeister und das Handbuch von Hoppe-Seyler, während Engel wieder den Befund Voits (also Tyrosin) bestätigt. Gautier (Leçons de la chimie biologique, Paris 1897) gibt auch Glykokoll unter den Spaltungsprodukten an, während die übrigen Lehrbücher nur Leucin erwähnen; auch macht Gautier als erster auf das Vorhandensein von Schwefel aufmerksam, obwohl keine Schwärzung alkalischer Bleilösung stattfindet. Die umfassendsten Untersuchungen über die Spaltungsprodukte machte dann in letzter Zeit Wetzel [G. Wetzel, Die organische Substanz der Schalen von Mytilus und Pinna (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900) und Die Spaltungsprodukte des Conchiolins (Centralblatt f. Physiologie 1899)] und stellte endgültig als Spaltungsprodukte Tyrosin, Leucin und Glykokoll fest (positive Millonsche, Xanthoprotein- und Biuretreaktion).

Ähnlich widersprechend wie über die Spaltungsprodukte lauten die Angaben der Literatur über die elementare Zusammensetzung des Conchiolins: nach Kost 6,3% N, nach Schmidt 15–15,5%, nach Frémy 17,4%, nach Wetzel 16,4% N; letzterer stellte auch den Schwefelgehalt quantitativ fest mit 0,65%; das Vorhandensein von Schwefel war bis dahin bis auf die Angabe Gautiers überhaupt geleugnet. Nach ihm ist das Conchiolin folgendermaßen zusammengesetzt: 52,3% C, 7,6% H, 16,4% N, 0,65% S, nach Frémy: 50,0% C, 5,9% H, 17,4% N. Meine Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung des Conchiolins haben nun wiederum davon total abweichende Resultate ergeben.

Die verwandte Substanz gewann ich auf folgende Weise: ich entkalkte Mytilusschalen mit verdünnter Salzsäure, bis das Zubodensinken der Häute das Aufhören der Kohlensäureentwicklung anzeigte, wusch, behandelte mit ca. 5% Kalilauge, wusch mit Wasser, Alkohol und Äther. Ich konnte zwei in ihrem Verhalten gegen Kalilauge verschiedene Schichten der organischen Grundsubstanz unterscheiden, einmal die braune äußere Schicht, zweitens die aus der Prismen- und Perlmutter-schicht stammenden weißen Häute; diese lösten sich relativ leicht, jene kaum. Ich stellte mir also 3 verschiedene Substanzen her: 1. bis zum Verschwinden der weißen Häute behandelt, 2. bis zum Durchscheinendwerden derselben, 3. diese völlig erhalten. Alle 3 Substanzen hatten denselben N- und S-Gehalt, so daß eine wesentliche Verschiedenheit in ihrer Zusammensetzung doch wohl nicht anzunehmen ist. Nach Wetzel (Wetzel, Die org. Substanz) besteht der Unterschied auch nur im Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt (52,87 u. 51,10% C und 6,54 u. 5,97% H).

1. Stickstoff. a) 0,1035 g (b = 768, t = 15°) — 11,3 ccm = 0,01332 g = 12,86% N.
b) 0,0920 g (b = 773, t = 12°) — 10,0 ccm = 0,01202 g = 13,07% N.

Schwefel. Die Substanz wurde bis zur klaren Schmelze im Platintiegel mit Soda + Kaliumchlorat geschmolzen, die Schmelze in HCl gelöst und H_2SO_4 in der Siedehitze mit 20% $BaCl_2$ gefällt.

- a) 0,1770 g — 0,0216 g $BaSO_4$ = 1,68% S; b) 0,1705 g — 0,0203 g $BaSO_4$ = 1,64% S.
2. Stickstoff. 0,1259 g (b = 760, t = 20°) — 14,5 ccm = 0,0165 g = 13,11% N.
C und H. 0,0908 g — 0,1725 g CO_2 = 51,81% C und 0,0577 g H_2O = 7,05% H.
Schwefel. 0,5376 g — 0,0579 g $BaSO_4$ = 1,48% S.
3. Stickstoff. 0,1795 g (b = 766, t = 23°) — 20,8 ccm = 0,0235 g = 13,10% N.

Die verwandten Substanzen waren aschefrei, resp. wurde bei 3. 4,3% Asche bereits abgezogen. Endlich untersuchte ich noch die Opercula von *Litorina*, die ich für recht reines Conchiolin hielt, und fand ziemlich übereinstimmende Resultate (die Opercula enthielten 0,4% Asche):

Stickstoff. 0,0950 g ($b = 768$, $t = 13^\circ$) — 9,3 ccm = 0,0111 g = 11,69% N.

Schwefel. 0,1719 g — 0,0135 g Ba SO_4 = 1,08% S.

Während die von mir gefundenen Werte für C und H leidlich mit denen Wetzels übereinstimmen, weichen die für N und S ganz beträchtlich von den von ihm wie von den früheren gefundenen ab. Eine Zahl, die sich meinen nähert, finde ich nur bei Schloßberger (Chemie der Gewebe), der für Byssus, die ja vielleicht mit dem Conchiolin verwandt sein mag, einen N-Gehalt von 13,5—13,9%, bei mit KOH behandeltem von 12,2—12,6% angibt. Auch eine Kombinierung der Resultate von Sempolowsky und der von Frémy über Ostreashalen (siehe S. 76) würde den von mir gefundenen Wert bestätigen. Unter der Annahme nämlich, daß die gesamte organische Substanz Conchiolin wäre, würde unter Benutzung meines Wertes von 13,10% N für Conchiolin dem von Sempolowsky erhaltenen Wert 0,46% N 3,51% organische Substanz in den Schalen entsprechen. Frémy hatte 3,48% gefunden. Wie ich mir aber die Verschiedenheit meiner Resultate von denen Wetzels und anderer erklären soll, weiß ich nicht; nach meinen Analysen besitzt das Conchiolin keine Übereinstimmung in seiner Zusammensetzung mit der normalen des Eiweißes, sondern hiernach enthält das **Conchiolin 51,81% C, 7,5% H, 13,10% N, 26,48% O und 1,56% S**. Auf jeden Fall sind die Akten über diesen seltsamen Körper, wenn es sich überhaupt um einen einheitlichen Körper handelt, noch nicht geschlossen.

2. Glykogen.

Über das Glykogen und seine Bestimmungsmethoden existiert eine so riesige Literatur, daß schon die Erwähnung der wichtigsten Arbeiten als den Rahmen dieses Kapitels überschreitend unterbleiben muß. Dagegen sind quantitative Glykogenbestimmungen bei Mollusken so wenig gemacht, daß ich es für lohnend hielt, gleichzeitig zur Kontrolle meiner Kohlenstoffwasserstoffberechnungen einige für *Mytilus* und eine für *Litorina* zu machen.

Was, die von mir gewählte Methode anlangt, so habe ich in einem Falle das Glykogen durch Kochen mit Wasser zur Lösung gebracht, das Eiweiß mit Essigsäure und Kohlensäure gefällt und aus dem Filtrat durch Fällern mit Alkohol ein nicht aschefreies Glykogen erhalten (nach Klein). Sonst habe ich nach den Angaben Fränkels (Pflügers Archiv Bd. 52, S. 125) die frisch zerriebenen Tiere 3—4 Tage lang kalt mit 4% Trichloressigsäure extrahiert und aus der opalisierenden Lösung durch Versetzen mit dem 2 $\frac{1}{2}$ -fachen Volumen Alkohol ein aschefreies Glykogen gewonnen, es mit Alkohol und Äther gewaschen und bei 90° getrocknet. Diese Methode liefert bei größter Einfachheit ganz ausgezeichnete Resultate.

Mytilus V. Dezember.

a) nach Klein. 14 Stück, Weichteile frisch 123 g. 2,6308 g Glykogen (nach Abzug von 2,81% Asche), Rest getrocknet (seesalzfrei) 10,3480 g; also 2,6308 g Glykogen auf 12,9788 g Trockensubstanz = **20,27%** (auf seesalzfrie Trockensubstanz!).

b) nach Fränkel. 14 Stück, Weichteile frisch 107 g. 2,7782 g aschefreies Glykogen auf 11,1946 g seesalzfrie Gesamttrockensubstanz = **24,82%**. Der Vergleich der beiden Resultate zeigt eklatant den Vorzug der Fränkelschen Methode, die ich daher fernerhin ausschließlich verwandt habe.

Mytilus II. April.

16 Stück, Weichteile frisch 84 g. 0,6869 g Glykogen auf 8,2927 g seesalzfrie Gesamttrockensubstanz = **8,19%**.

Mytilus III. Juli.

7 Stück, Weichteile frisch 101 g. 2,5773 g Glykogen auf 9,2252 g seesalzfrie Gesamttrockensubstanz = **27,89%**.

Litorina. Dezember.

35 Stück, Weichteile frisch 15 g. 0,2717 g Glykogen auf 4,5282 g Gesamttrockensubstanz = **6,00%**.

Es liegt in der Natur des Glykogens als Reservennahrung und zwar als solche, die im Hunger zuerst angegriffen wird, in wechselnder Menge vorhanden zu sein; das Fett, das vor seinem Verbrauch wohl erst in Glykogen umgewandelt werden muß, ist dagegen gewissermaßen die eiserne Ration. Andererseits kommt es in sehr bedeutender Menge (abgesehen von Entoparasiten und Schlammbewohnern, die Glykogen zur Unterhaltung ihrer intramolekularen Atmung, einem der Hefegärung ähnlichen Vorgang, nötig haben), unter im freien Wasser lebenden und also stets normal atmenden Tieren nur bei Muscheln vor, also bei im wesentlichen an einen Ort gebundenen oder doch nur langsam und selten sich bewegendes Tieren, und diese wechseln relativ leicht in ihrem Ernährungszustand, weil sie, außerstande ihrer Nahrung aktiv nachzugehen, einerseits von den wechselnden Ernährungsbedingungen, die ihnen die wechselnden Mengen des Planktons bieten, stark beeinflußt werden, andererseits bei Nahrungsmangel ihr Reservematerial sofort angreifen oder in guten Zeiten solches aufspeichern können. Daß die Muscheln nun in der Lage sind, eine so kolossale Menge an Reservennahrung in der bequem verwertbaren Form des Glykogens niederzulegen, verdanken sie wiederum ihrer Lebensweise, die eben die zum aktiven Nahrungserwerb erforderliche Beweglichkeit unnötig macht und ihnen so den Luxus einer so wenig konzentrierten, massigen und schweren Reservennahrung erlaubt; so greift eins ins andere. Zu bemerken ist noch, daß das Glykogen zum kleinsten Teil verbrauchsfertig in den Muskeln, zum größten Teil in der Leber aufgespeichert ist.

Auf jeden Fall halte ich es für verkehrt, nur zu einer Jahreszeit ein Weichtier auf Glykogen zu untersuchen; sondern nur dadurch, daß das ganze Jahr hindurch Analysen gemacht werden, bekommen solche Zahlen überhaupt Wert. Auch meine Analysen sind nicht zahlreich genug, um ein klares Bild der Glykogenfunktion zu geben, immerhin aber können sie einiges Interessante bieten. Der Normalgehalt gut genährter *Mytilus* wird zwischen 23 und 28 % Glykogen der seesalzfreien Trockensubstanz betragen; die niedrige Zahl (8,19 %) aus dem April erklärt sich wohl daraus, daß die Tiere das meiste Glykogen in Fett umgewandelt hatten, um den Eiern ein konzentriertes Heizmaterial mitgeben zu können; während der Laichzeit müssen nun wohl sehr gute Ernährungsbedingungen gegeben gewesen sein, so daß sie im Juli wider mein Erwarten außerordentlich viel Glykogen wieder enthielten. Solche enormen Mengen sind nur bei so außerordentlich bewegungsschwachen Formen wie den Muscheln möglich; *Litorina* dagegen hat nur 6 % Glykogen, obwohl 22,25 % Kohlehydrate berechnet waren; der Rest ist wohl Nahrung im Darm. *Litorina* ist ja auch ein bewegliches Tier, das als solches und als Pflanzenfresser (besonders *Zostera*, *Fucus* etc.) stets reichlich Nahrung findet und sich daher nicht soviel Glykogen aufzuspeichern braucht.

Wenn ich endlich noch die von anderen bei Mollusken gefundenen Glykogenmengen anführen soll, so finde ich bei Jenkins, *Ostrea edulis*, für die Auster 6,75 % angegeben (erhalten durch Extraktion mit einem Gemisch von Sublimat und Esbachs Reagens), Bizio fand (Extraktion mit kochendem Wasser) für *Ostrea* 9,5 %, *Codium* 14 % (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie etc. 1866, pag. 752). Auffallend sind die Zahlen (zitiert nach Jenkins): *Helix* nach Young 0,565 %, *Mytilus* nach Berquelot 0,45 bis 0,84 %. Bei *Helix* handelt es sich wahrscheinlich um ausgehungerte Tiere aus dem ersten Frühjahr (wenn gleich der Glykogengehalt der Schnecken wohl nie sehr hoch sein mag, z. B. *Litorina*); darüber finde ich bei v. Fürth (Vergl. chem. Phys.) die Angabe desselben Forschers, daß bei *Helix* das Glykogen im Hungerzustande außerordentlich schnell verschwinde, während andererseits Barfuth feststellte, daß es beim Füttern ausgehungelter Schnecken schon nach 9—10 Stunden wieder in der Leber aufträte. Dagegen ist der Befund Berquelots bei *Mytilus* einfach unverständlich. Leider sind bei diesen Analysen die betreffenden Jahreszeiten nicht angegeben, auch sind die Methoden zu verschieden, um einen Vergleich zu ermöglichen; nur die Analysen von Bizio entsprechen etwa den von mir festgestellten Mengen.

Ein Vergleich der von mir bei *Mytilus* gefundenen Glykogenmengen und der berechneten Kohlehydrate zeigt die beste Übereinstimmung, d. h. eine Differenz von 3—4 %, die wohl auf Nahrung im Darm zurückzuführen ist.

3. Fettbestimmung nach Rosenfeld.

In meinen Analysen habe ich das Fett gewöhnlich durch Extraktion mit wasserfreiem Äther im Soxhlet festgestellt, allein in 2 Fällen habe ich auch nach Rosenfeld bestimmt. Der Äthermethode wird nämlich vorgeworfen, sie könne nie auch nur annähernd quantitativ arbeiten, weil der Äther nicht imstande

sei, die Trockensubstanz genügend zu benetzen; man hat daher z. B. versucht, durch peptische Erschließung das Fett dem Äther zugänglich zu machen, und in letzter Zeit hat Rosenfeld eine neue, bequemere Methode beschrieben, die überaus große Beträge an Ätherlöslichem liefert [G. Rosenfeld, Zur Methode der Fettbestimmung (Centralblatt f. innere Medizin 1900)]. Ob wir aber damit die Idealmethode erreicht haben, glaube ich auf Grund meiner Analysen bezweifeln zu dürfen. Die Methode ist diese: die Trockensubstanz $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde in absolutem Alkohol kochen (ich habe länger, solange gekocht, als sich der Alkohol noch dunkler färbte), den Alkohol abtropfen lassen, ca. 6 Stunden mit Chloroform im Soxhlet extrahieren, die beiden Extrakte trocknen, mit wasserfreiem Äther aufnehmen und filtrieren; ich habe zudem noch das Filter im Soxhlet extrahiert.

Crangon. 7,6745 g — 0,3070 g = 4,00 % Fett = 4,24 % auf reduzierte Trockensubstanz (nach Abzug von Seesalz und SiO_2); mit Äther erhalten 3,83 %.

Mytilus II. 4,6044 g — 0,9289 g = 20,17 % Fett = 21,98 % auf reduzierte Trockensubstanz; mit Äther erhalten 16,88 %.

Zunächst geht aus den Analysen hervor, daß der Unterschied zwischen den Resultaten der beiden Methoden nicht so gewaltig ist, wie es Rosenfeld meint; so seien bei den Planktonanalysen Brandts 50 % mit Äther zu wenig erhalten [G. Rosenfeld, Studien über das Fett der Meeresorganismen (Wiss. Meeresuntersuchungen Bd. V, 1902)]. Bei Crangon, der in Alkohol konserviert war wie die Planktonfänge Brandts, erhielt ich 10 %, bei Mytilus (frisch getrocknet) 25 % weniger mit Äther. Es mag wohl sein, daß man mit Äther etwas zu wenig erhält, — das gute Stimmen meiner Analysen scheint dem allerdings zu widersprechen, jedenfalls glaube ich behaupten zu dürfen, daß man nach Rosenfeld zuviel erhält. Denn wie kann man beweisen, daß alles Gefundene auch wirklich Fett ist? (So konnte ich in dem nach Rosenfeld gewonnenen Fett, wenn auch nur sehr geringe Mengen von Stickstoff nachweisen, also von gelösten Aminen, die im Ätherextrakt fehlten.) Daß ich mit dieser Vermutung recht habe, beweisen mir meine Kohlenstoffwasserstoffanalysen; wenn ich nämlich den gefundenen C und H verteile, so stimmt es bei der mit Äther gewonnenen Fettmenge recht gut, rechne ich aber alles nach Rosenfeld Gefundene als Fett, so komme ich viel zu kurz. Bei Crangon ist die Differenz nur klein und die Kohlehydrate scheinen ganz zu fehlen, trotzdem kann man soviel daraus erkennen, daß ich, wollte ich 4,24 % statt 3,83 % Fett annehmen, viel zuwenig C und H habe. Beweisender sind die Verhältnisse bei Mytilus. 20,17 % Fett entsprechen 15,47 % C und 2,44 % H; ziehe ich das samt dem für Eiweiß erforderlichen von den gefundenen 48,24 % C und 6,93 % H ab, so bleiben mir 1,79 % C und 0,47 % H, entsprechend 4,04 % Kohlehydraten, während bereits 8,19 % direkt als Glykogen nachgewiesen waren. Es kann also unmöglich alles Fett gewesen sein; das muß man glauben, wenn man nicht die Brauchbarkeit der ganzen Analysierungsmethode anzweifeln will. Nach alledem glaube ich noch immer nicht, daß man die Äthermethode als „rein konventionell“ bezeichnen und sie ohne weiteres zum alten Gerümpel werfen darf; meine Analysen haben jedenfalls unter Zugrundelegung der mit ihr gefundenen Werte recht gut gestimmt. Einen Abschluß in dem Streit der Fettbestimmungsmethoden wird nach meiner Meinung erst eine Arbeit bringen, die an derselben Trockensubstanz (und zwar Trockensubstanz eines ganzen Tieres, vielleicht Mytilus, nicht Rinderherz und dergl.) alle verschiedenen Extraktionsmittel und -methoden probiert, aber außer der Vergleichung der erhaltenen Quanten diese auch genau mittelst Elementaranalyse untersucht, ob und wo am besten die Zusammensetzung sich der der Ölsäure nähert; diese Methode verdient dann unter Berücksichtigung ihrer quantitativen Leistungsfähigkeit den Vorzug.

Vergleichungen und Schlüsse.

Zunächst möchte ich meine Resultate mit denen anderer Analysatoren vergleichen. Wie ich schon in der Einleitung sagte, ist nicht viel Derartiges in der Literatur zu finden. Es handelt sich meistens um Untersuchungen von Krabbenkonserven etc., alles Analysen, die ich nicht heranziehen kann. In König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, finde ich Analysen des Weichkörpers vom Hummer (79,80 % Eiweiß, 10,13 % Fett, 0,16 % Kohlehydrate, 9,41 % Asche) und Cancer (entsprechend 78,87 %, 7,69 %, 3,75 %, 9,6 %); außerdem Molluskenanalysen, von W. O. Atwater ausgeführt, die aber auf frische

Substanz bezogen sind, und in denen das Eiweiß, wie es gewöhnlich geschieht, durch Multiplikation des Stickstoffgehaltes mit 6,25 (16 % N entsprechend) gefunden ist; ich rechne auf Trockensubstanz und Eiweiß nach Playfair um (die Kohlehydrate bestimme ich allerdings dann als Differenz von 100 %).

	N	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohasche	Wasser
Ostrea	7,48	47,95	9,06	27,00	15,99	87,30
Pecten	11,99	76,87	0,86	15,26	7,01	80,32
Mya	9,00	57,71	7,45	16,07	18,77	85,56
Mytilus	8,78	56,25	7,07	24,45	12,23	84,16

Ferner hat noch Sempolowsky (Landwirtschaftl. Versuchsstation 1889) derartige Analysen ausgeführt:

	N	Eiweiß	Fett	Rohasche	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	H ₂ O
<i>Cancer pagurus</i> .	5,13	32,06	8,00	44,04	3,11	1,37	14,08	62,64
<i>Asterias glacialis</i>	6,81	42,56 [43,66]	10,60	45,45	0,90	1,46	21,66	67,36
Ostrea (W.-K.) .	8,27	51,68 [53,01]	9,92	10,90	1,94	1,51	0,58	80,89
Ostrea-Schale . .	0,46	2,87	—	95,33	—	4,68	41,74	15,83

Bei der Canceranalyse ist keine Chitinbestimmung ausgeführt und alles N auf Eiweiß verrechnet, der Wert für Eiweiß ist also wertlos; die eingeklammerten Zahlen geben die Eiweißwerte unter Benutzung des von mir verwandten Faktors 6,41 an. Dann finde ich noch in Hensen, Das Leben im Ozean, pag. 267 eine Angabe über *Carcinus maenas* nach v. Schönborn (Beiträge zur Kenntnis des Kohlehydratstoffwechsels bei *Carcinus maenas*, Zeitschr. f. Biologie Bd. 55, 1910). Danach besteht das frische Tier aus 70,6 % Wasser (ich fand 71,80 %), 14,9 % organischer Substanz und 14,5 % Asche; die Trockensubstanz würde danach aus 50,69 % organischer Substanz und 49,31 % Asche bestehen (ich fand 54,49 : 45,51 %). (Die Originalabhandlung ist mir leider nicht zugänglich.) Eine Analyse von *Asterias* von Marchand (Liebig u. Kopp, Jahresbericht f. Chemie 1866, pag. 703): 3,86 % N [24,74 % Eiweiß], 49,05 % organ. Substanz, 47,09 % Asche, 0,28 % K₂O, 2,03 % Na₂O, 21,04 % CaO, 1,92 % MgO, 0,18 % Fe₂O₃, 0,003 % CuO, 3,15 % Cl, 0,046 % J, 0,007 % Br, 0,88 % P₂O₅, 1,08 % SO₃, 16,79 % CO₂, 0,39 % SiO₂. Dann einige Copepoden- und Daphnienanalysen von Knauth (K. Knauth, Das Süßwasser), die durch verschiedene Zusammensetzung bei verschiedenen Ernährungsbedingungen interessant sind: Copepoden aus guten Teichen 52 % Eiweiß und 12–14 % Fett, aus der Olsa 64 % und 6–6,8 %; Daphnien, aus einem Dorfteich 58 % Eiweiß, 13 % Fett, aus magerem Weiher 66 % und 8 %, aus der Olsa 69 % und 5,7 %. Endlich die Süßwasserkopepodenanalyse von Brandt (Beiträge usw.): 58,68 % Eiweiß, 4,54 % Chitin, 6,01 % Fett, 17,64 % Kohlehydrate, 9,21 % Asche. Schließlich habe ich noch die Molluskenschalenanalysen Frémys anzuführen (Liebig u. Kopp, Jahresbericht 1866, pag. 758):

Schalen	CaO	CO ₂	organ. Substanz	P ₂ O ₅
Litorina	54,46	42,82	2,03	0,001
Ostrea	53,37	40,60	3,48	0,106
Mytilus	52,86	41,02	5,02	0,048

Damit wäre alles, was ich in der Literatur an ähnlichen Analysen habe finden können, erschöpft. Im allgemeinen stimmen sie mit meinen Resultaten ganz gut überein; nur läßt sich das schwerer erkennen, weil nur die Rohasche bestimmt ist und so zufällige Beträge von Seesalz, Sand u. dergl. das Bild verzerren. Hinweisen möchte ich nur noch auf die recht gute Übereinstimmung der Atwaterschen Mytilus- und Mya-Analysen mit meinen Resultaten, ebenso der Frémyschen Schalenanalysen; vor allem auch die Weichkörperanalysen von Homarus und Cancer stimmen ganz ausgezeichnet zu meinem Befund, wenn man eben die vom Panzer stammende Asche abrechnet.

Wie es nicht anders zu erwarten ist, haben alle Mitglieder derselben Gruppe, so wie sie sich anatomisch und in weiterem Sinne auch in ihrer Lebensweise ähneln, auch eine ähnliche chemische Zusammensetzung. Betrachtet man zunächst die Gruppe der Crustaceen, so fallen einem sofort mancherlei Übereinstimmungen auf: der ziemlich gleichmäßige (bei Glyptonotus allerdings emporschnellende) Chitingehalt, der bedeutende Gehalt an Eiweiß und wiederum die geringe Menge von Reservematerial, Fett sowohl wie namentlich Kohlehydraten, endlich der bedeutende Aschengehalt (mit Ausnahme der winzigen Copepoden), der durch die allgemein verbreitete Einlagerung von kohlensaurem Kalk in den Chitinpanzer bedingt ist, alles Merkmale einer hochentwickelten Gruppe von bedeutender Beweglichkeit. Innerhalb dieser Gruppe kann man nun wieder zwei Typen in der chemischen Zusammensetzung nach ihrer Lebensweise unterscheiden; denn mehr als systematische Verwandtschaft schafft ähnliche Lebensweise bei ähnlicher Form auch ähnlichen chemischen Aufbau. Crangon, Mysis, Anomalocera möchte ich zunächst als freischwimmende Formen zusammenfassen; allen gemeinsam ist ein niedriger Chitingehalt von 5,5—6% zugleich mit nicht allzu starker Panzerung mit kohlensaurem Kalk, weil eine schwere Rüstung die Beweglichkeit und Schwimmfähigkeit herabsetzen würde und weil sie andererseits auch unnötig ist, da die Beweglichkeit den Schutz des Panzers ersetzt; allen gemeinsam ist eine gewaltige Schwimmuskulatur und daher ein sehr hoher Eiweißgehalt und ein Zurücktreten des Reservematerials, da ja freischwimmende Formen sich jederzeit Nahrung verschaffen können. Es handelt sich auch wohl nur um das spezifisch leichte, daher die Schwimmfähigkeit eher fördernde als hemmende und zugleich ein konzentriertes Heizmaterial darstellende Fett, während die geringen Mengen von Kohlehydraten wohl hauptsächlich auf Nahrung im Darm zurückzuführen sind. Allerdings steht der nicht so niedrige Kohlehydratgehalt von Anomalocera etwas abseits; jedoch rührt das zum großen Teil von der geringen Panzerung her, indem der niedrige Aschengehalt die übrigen Werte emporschnellen läßt. Die zweite Gruppe bilden Carcinus, Gammarus, Glyptonotus; ihnen ist gemeinsam ein hoher Chitin- und Aschengehalt, niedriger Gehalt an Eiweiß und verhältnismäßig recht hoher an Fett und Kohlehydraten; denn sie sind relativ träge Tiere, denen die mächtige Schwimmuskulatur der ersten Gruppe fehlt und die sich daher einen starken Panzer und den Ballast von Reservennahrung in größeren Mengen leisten können und müssen (Gammarus nimmt allerdings wohl mehr eine Mittelstellung zwischen den beiden Gruppen ein). Die recht beträchtlichen Mengen von Kohlehydraten bei Carcinus und Glyptonotus (ca. 7%) werden wohl zum nicht geringen Teil aufgespeichertes Glykogen sein; bei Gammarus wurden zwar nur 0,68% gefunden, dafür war aber der Fettgehalt um so höher. Auffallend ist die sonst von mir bei Crustaceen gefundene niedrige Fettmenge im Vergleich zu den Befunden z. B. Sempolowskys, während sie mit anderen wieder recht gut stimmt (Hummerweichkörper etc.); es ist doch kaum anzunehmen, daß mir der Zufall gerade nur so schlecht ernährte Tiere in die Hände geführt hat; da muß es doch wohl mehr an der verwandten Methode liegen. Wie sehr allerdings der Fettgehalt mit der Nahrungsmenge wechseln kann, zeigten ja die Daphnienanalysen Knauthes. Eigentümlich ist noch den meisten Crustaceen die recht bedeutende Menge von P_2O_5 . Diese stammt ja zum größten Teil wie auch überall sonst aus den Nukleinen, wird hier aber noch durch eine geringe Menge von $Ca_3P_2O_8$ im Panzer erhöht. So enthält nach den Analysen von C. Schmidt, Frémy, Kelly der Panzer von Carcinus 6,0%, von Homarus 6,7%, von Astacus 6,1% $Ca_3P_2O_8$ (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys. etc.). Endlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Zusammensetzung der Crustaceen im Laufe des Jahres wegen des geringen Gehaltes an Reservematerial wohl nur wenig schwanken wird; denn ein Wechsel kann nur durch letzteres bedingt sein, die absolute Menge an lebender Substanz bleibt (innerhalb der Wachstumsgrenzen) dieselbe. Analysen aus anderen Jahreszeiten werden also unter der Voraussetzung, daß es sich um Tiere derselben Größe handelt, kaum verschiedene Resultate ergeben. Ich glaube nämlich auf Grund meiner Mytilus-

Analysen, daß man je nach dem Alter (der Größe) der Tiere infolge verschieden starker Panzerung und also verschiedenem Aschengehalt verschiedene Resultate erhalten muß, wobei aber die Zusammensetzung des Weichkörpers dieselbe bleibt. Der Anteil des kohlensauren Kalkes an der Trockensubstanz nimmt mit der Größe des Tieres ab, einmal wahrscheinlich in den Altersstufen einer und derselben Art, wie ich aus Analogie zu *Mytilus* schließe, andererseits abgesehen von der durch verschiedene biologische Bedürfnisse bedingten Verschiedenheit in der Panzerungsstärke auch innerhalb einer Gruppe, z. B. Crangon, Mysis, Anomalocera.

Wie sämtliche Zahlen erkennen lassen, stellt die Gruppe der Crustaceen infolge des hohen Eiweißgehaltes eine sehr hochwertige Nahrung dar, die ja auch zum Teil vom Menschen gebraucht wird (Crangon, Carcinus, Astacus u. a. m.) und deren Bedeutung im Meereshaushalte ganz außerordentlich ist. Namentlich die planktonischen Copepoden (Repräsentant war Anomalocera), auch Mysideen, Zoën oder andere Entwicklungsstadien anderer stellen den wichtigsten Teil der Nahrung planktonfressender Nutzfische, des Herings, der Makrele etc. dar (Brandt, Beiträge etc., pag. 1). Amphipoden (Repräsentant war Gammarus) bilden infolge ihres massenhaften Vorkommens im gesamten nördlichen atlantischen Ozean eine überaus wichtige Fischnahrung. Was nun die Nahrung der untersuchten Tiere selbst betrifft, so finde ich darüber bei Rauschenplat entsprechende Angaben (R., Über die Nahrung von Tieren aus der Kieler Bucht, Diss. Kiel 1901): Crangon ist reiner Tierfresser und lebt hauptsächlich von Polychäten; der Angabe von Ehrenbaum, daß die in der Nordsee lebenden pflanzliche Kost bevorzugen, widerspricht das Fehlen der Kohlehydrate in meiner Analyse. Auch Carcinus ist ein gewandter Räuber, während Gammarus hauptsächlich von abgerissenen Stücken von Zostera, größeren Algen u. dergl. leben soll, nichtsdestoweniger aber auch auf Fleischnahrung gierig ist; der Befund meiner Analyse spricht für das letztere. Über Glyptonotus finde ich keine Angaben, dagegen ist Mysis vorwiegend Planktonfresser und ebenso Anomalocera, selbst zum Plankton gehörig, wird sich wie andere Copepoden von einzelligen Algen, Diatomeen, Bakterien nähren (Brandt, Über allg. biolog. Meeresuntersuchungen). Die Kenntnis dieser Daten kann insofern zum Verständnis der analytischen Resultate beitragen, als ja stets der Darminhalt mit verarbeitet wird und so sich leicht Differenzen ergeben können. So berechnet z. B. Brandt nach Analysen seines Mitarbeiters Brandes 17,64 % Kohlehydrate für Süßwassercopepoden, während ich für Anomalocera 6,61 % fand; diese unwahrscheinlich hohe Zahl kann sich vielleicht aus ungenügendem Mischen von Körpern und Alkoholextrakt erklären, wahrscheinlich aber aus der Annahme, daß die Copepoden mit Algennahrung angefüllt waren und so die Kohlehydrate des Verzehrten auf die des Verzehrers berechnet wurden.

Fundamental unterscheiden sich von den eben besprochenen Crustaceen die Mollusken, in biologischer und daher auch in physiologischer und chemischer Hinsicht. Hatten wir dort bewegliche Tiere, so haben wir hier so gut wie festsitzende oder doch bewegungsschwache Tiere. Dementsprechend verfügen alle über einen enorm starken Kalkpanzer, haben meist bedeutende Mengen an Reservennahrung (*Mya* und *Litorina* nicht in so gewaltigen Mengen wie *Mytilus* und *Ostrea*) und damit in Korrelation niedrigen Eiweißgehalt.

Die Schalen bestehen meist zu mehr als 95 % aus kohlensaurem Kalk; der Rest ist die organische Grundsubstanz, das Conchiolin, das ich bereits im vorstehenden besprochen habe. Außer CaCO_3 finden sich andere Stoffe nicht oder doch nur als Verunreinigungen vor. Wenn also z. B. Schloßberger (Schl., Chemie der Gewebe, 1856) bemerkt, daß stets P_2O_5 , MgO und Alkalien in den Schalen vorhanden sind, so kann das nur auf nicht genügendem Reinigen derselben beruhen. Frémys und meine Analysen widersprechen dieser Angabe, und auch die geringen Mengen P_2O_5 , die Frémy gefunden hat (ich fand bei *Mytilus* 0,0009 %), werden wohl auf Nukleine aus den Muskelinsertionsstellen zurückzuführen sein. Die Schalen bestehen also nicht „vorwiegend“ aus CaCO_3 , wie man oft liest, sondern nur aus CaCO_3 und Conchiolin. Meine Untersuchungen der *Mytilus*schalen verschiedener Größe haben dann noch folgende Ergebnisse gehabt, die ich auf andere Mollusken sowohl wie überhaupt Panzerträger (z. B. Crustaceen) übertragen zu dürfen glaube: 1. nimmt der Anteil der organischen Grundsubstanz mit wachsender Größe zugunsten des kohlensauren Kalkes ab; 2. verschiebt sich mit steigender Größe das Verhältnis der Schale zum trockenen Weichkörper zugunsten der Schale, wenn auch nicht proportional und in alleiniger Abhängigkeit von dem Wachsen der Größe. Aus diesem Grunde schon mußte ich (ganz abgesehen von technischen

Schwierigkeiten) Schale und Weichkörper getrennt untersuchen, wenn eben nicht, wie man aus Tabelle IV ersehen kann, infolge dieses beweglichen Faktors total voneinander abweichende Werte ein klares Bild verhindern sollten; denn die Zusammensetzung des Weichkörpers ist innerhalb gewisser Grenzen stets dieselbe. Aus diesem Grunde auch habe ich für die einzelnen Analysen stets Tiere gleicher Größe genommen und sie vorher gemessen, aus diesem Grunde endlich habe ich unterlassen, in den Haupttabellen II und III Weichkörper und Schale miteinander zu verrechnen.

Am Weichkörper ist zunächst der bedeutende Gehalt an Reservematerial und in Korrelation damit der niedrige an Eiweiß auffallend (*Mya* steht allerdings etwas abseits). Beträchtliche Mengen Fett und meist riesige Mengen von Kohlehydraten, zum großen Teil Glykogen, die aber, wie ich es für Glykogen bereits näher auseinandergesetzt habe, nicht unbeträchtlich in ihrer Masse schwanken, verhindern eine Konstanz in der Zusammensetzung. Ich habe daher in einem Fall, bei *Mytilus*, Tiere aus verschiedenen Monaten untersucht. Auch hier muß ich eine Konstanz der absoluten Menge lebender Substanz annehmen und die Verschiebungen lediglich auf das Konto der Reservenahrung und der Asche setzen. Im allgemeinen jedoch kann man wohl die Normalzusammensetzung des Weichkörpers gut genährter *Mytilus* mit 52–59 % Eiweiß, 6–10 % Fett, 26–30 % Kohlehydraten (fast nur Glykogen) und 3–6 % Asche annehmen. Außer dem Gehalt an Reservematerial schwankt aber auch der an Asche des Weichkörpers, und zwar schwankt die gleichfalls in der Leber gespeicherte Kalkmenge, wie es u. a. die Arbeiten von Barfuth ergeben haben (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys. etc.). Gut zu seiner Angabe, daß zu Anfang des Winters viel Kalk gespeichert sei, stimmt mein Befund von 2,09 % CaO für Oktober-*Mytilus* und 3,65 % für Dezember-*Litorina*.

Unter allen Analysen jedoch von *Mytilus* fällt eine, die von Ende April, durch total abweichende Werte auf. Denn während bei den aus anderen Monaten stammenden nicht größere Verschiedenheiten obwalten, als man sich leicht aus dem Wechsel des Ernährungszustandes und des Darminhaltes erklären kann, so schnellt hier der Fettgehalt enorm in die Höhe, zugleich sinkt die Kohlehydratmenge und der Eiweißgehalt steigt in Korrelation. Dieser auffallende Befund erklärt sich jedoch leicht, wenn man bedenkt, daß die Hauptlaichzeit von *Mytilus* in die Monate Mai und Juni fällt. Um den Eiern ein möglichst konzentriertes und zugleich spezifisch leichtes Heizmaterial mitzugeben, ist eben das meiste Glykogen in Fett umgewandelt, wovon man sich leicht durch Rechnung überzeugen kann. Nehmen wir an, daß vor der Umwandlung 6,88 % Fett vorhanden waren, 10 % also neu gebildet sind, so ergibt die Rechnung, daß 10 % Fett mit 7,67 % C 17,30 % Glykogen dem C-Gehalt nach entsprechen würden; vor der Umwandlung würden also neben 6,88 % Fett $17,30 + 11,27 = 28,57$ % Kohlehydrate vorhanden gewesen sein, ein Verhältnis, das vorzüglich zum Normalbefund paßt. Daß sich tatsächlich Fett aus Glykogen nach Bedarf bildet, bestätigen unter anderem die Untersuchungen an Seidenspinnern von Bataillon und Couvreur (O. v. Fürth, Vergl. chem. Phys.), welche feststellen, daß ein Maximum des einen stets mit einem Minimum des anderen zusammenfällt, eins also die Funktion des anderen ist (unter Wärmebindung in der einen, Wärmegewinn in der anderen Richtung). Auffallend ist hier noch die recht geringe Menge von Asche, namentlich auch von P_2O_5 , da man doch erwarten müßte, daß ein so unentbehrlicher Stoff den Jungen in sehr bedeutender Menge geboten würde.

Bei *Mytilus* habe ich stets eine der berechneten Kohlehydratzahl fast gleichkommende Menge Glykogen gefunden, die Differenz von 3–4 % erklärt sich leicht aus dem Darminhalt. Daß dagegen bei *Litorina* nicht mehr als 6 % Glykogen gefunden wurden, obwohl 22,25 % Kohlehydrate berechnet wurden, muß wohl, wie ich schon sagte, daraus erklärt werden, daß der Darm der Tiere mit Seegras angefüllt war (sie wurden auf einer Seegraswiese gesammelt). Nur bei *Mya* paßt der hohe Gehalt an Eiweiß, der hier eben vor allem von den mächtigen, muskulösen Siphonen herrührt, der niedrige an Fett und Kohlehydraten, von denen übrigens doch, soweit ich das an den ausgefällten Flocken im Alkohol erkennen konnte, ein nicht geringer Teil Glykogen war, nicht recht zu diesen Betrachtungen. Dagegen scheint für *Ostrea* dasselbe zu gelten, was ich über *Mytilus* gesagt habe.

Über die Bedeutung der Mollusken im Meereshaushalt möchte ich noch folgendes sagen: Sämtliche 3 untersuchten Arten sind nach Rauschenplat Pflanzenfresser, und zwar *Mytilus* Planktonfresser (Diatomeen, Peridineen, kleine Stückchen größerer Gewebspflanzen), dasselbe gilt von *Mya*, während *Litorina* als Hauptnahrung große Gewebspflanzen (*Zostera*, *Fucus* etc.) bevorzugt; eine wichtige Eigenschaft von *Litorina* ist

dabei die Fähigkeit der Gastropoden, auch die sonst schwer verwertbare Rohfaser mittelst Fermenten zu verdauen (Biedermann und Moritz in Pflügers Archiv f. d. ges. Phys., 1898).

Nach den Untersuchungen J. G. Petersens und den Angaben Rauschenplats soll *Mytilus* mit dem Plankton bedeutende Mengen suspendierten Sandes und Tones aufnehmen. Merkwürdigerweise habe ich immer nur geringe Mengen von SiO_2 in den Analysen gefunden. Das mag ein Zufall sein, zumal Rauschenplat zwar meist viel, gelegentlich aber auch so gut wie keinen Sand im Darm gefunden hat, ich andererseits in einer Analyse, deren Trockensubstanz ich fertig erhielt, die ich aber nicht verwerten konnte, da die Mischung ungenügend war, 6% Sand in der Trockensubstanz fand. Bei *Mya* waren der Lebensweise entsprechend dagegen große Mengen von Sand in der Substanz.

Was ihre Verwertung als Nahrung anderer Tiere betrifft, so spielen die Mollusken eine äußerst wichtige Rolle im Meereshaushalt. Nicht nur ist der Seestern, der gefährliche Feind der Austernbänke, ausschließlich Muschelfresser, auch zahlreiche andere Tiere, Hummer und andere große Crustaceen, fressen sie mit Vorliebe; außer den planktonischen Jugendzuständen, pelagischen Schnecken usw. bilden auch erwachsene Muscheln und schalentragende Schnecken eine beliebte Nahrung für viele Fische. Endlich ist noch das Walroß ein reiner Muschelfresser, und pelagische Pteropoden (*Clio borealis*, *Limacina helicina*) bilden den Hauptteil der Nahrung der gewaltigen Wale.

Zahllose Muscheln dienen auch dem Menschen als Nahrung; außer der Auster und vielen anderen auch die hier analysierten, *Mytilus* und *Mya*; die Analysen sowohl wie die Verdauungsversuche zeigen, ein wie ausgezeichnetes Nahrungsmittel sie bilden, da fast der ganze Weichkörper aus wertvollem Material besteht. *Litorina* ist ein gutes Winterfutter für Hühner und Enten. Endlich wäre noch eine Verwertungsmöglichkeit zu erwähnen: die ungeheure Massenhaftigkeit ihres Vorkommens würde z. B. *Mytilus*, *Cardium* etc. sehr geeignet zur Verwendung als Dünger machen; die Schalen werden ja schon, früher noch mehr als heute, auf Mörtelkalk verarbeitet, dessen außerordentliche Bindekraft sich aus der gänzlichen Abwesenheit der Magnesia, des „mageren Kalkes“, erklärt.

Aus der Gruppe der Echinodermen habe ich nur *Asterias* untersucht. Charakteristisch ist an ihm der durch das starke Kalkskelett bedingte hohe Aschengehalt von fast 50%; auch hier muß ich darauf aufmerksam machen, daß andere Analysen anderer Exemplare andere Resultate geben werden, da sich auch hier wohl mit der Größe der Anteil des Skeletts an der Gesamttrockensubstanz ändern wird und es sich hier um ganz junge Tiere gehandelt hat. Im übrigen ist der organische Teil des Leibes im Einklang mit der niedrigen Organisation und der geringen Lebhaftigkeit zum großen Teil aus totem Reservematerial bestehend, namentlich ist der Fettgehalt recht hoch ($\frac{1}{8}$ der organischen Materie). Da nun noch außer der Menge Asche nicht wenig vom Eiweiß unverdaulich ist (Panzergrundsubstanz), so bildet *Asterias* alles in allem eine recht magere Kost (siehe den Verdauungsversuch).

Die von mir untersuchten Polychäten, *Nereis* und *Arenicola*, sind beide Detritus- und Mudfresser. Während doch die meisten Nereiden räuberische Formen sind, unterscheidet sich gerade diese Form, *N. diversicolor*, nach Rauschenplat in ihrer Nahrung von den anderen Angehörigen der Gruppe. Da beide bewegliche oder gar „schwer arbeitende“ Tiere sind, so ist die Eiweißmenge aus dem Hautmuskelschlauch sehr groß; sehr bedeutend ist auch der Fettgehalt, der wohl dem Tiere selbst zukommt, während ich die auch recht beträchtlichen Kohlehydratmengen zum größten Teil dem Darminhalt zuschreiben möchte.

Bei *Nereis* reichte die Menge leider nicht zu einer Aschenanalyse, bei *Arenicola*, die übrigens natürlich enorme Mengen Sand enthielt, muß bei der Kalkbestimmung ein Fehler vorgekommen sein, da die Kalkmenge im Vergleich zur Asche zu niedrig ist; leider reichte auch hier nicht die Substanzmenge zu einer Kontrollanalyse. Ebenso wenig konnte ich aus diesem Grunde das Chitin bestimmen; doch wird die Menge gering genug sein, um keinen merklichen Fehler in die Analyse zu bringen.

Als Nahrung anderer Tiere spielen die Nereiden und *Arenicola* keine so wichtige Rolle; doch sind sie, da sie fast nur aus wertvollem Material bestehen, eine gute Nahrung und werden gern genommen (*Arenicola* als Köder).

Wenn auch *Pennatula*, der einzige von mir untersuchte Vertreter der Anthozoen, selbst keine wichtige Stelle im Meereshaushalt einnimmt, so sind doch andere Anthozoen, die Riffkorallen, von nicht geringer Bedeutung. Fast 50% der Trockensubstanz wird von der Asche des Kalkskeletts eingenommen;

auch von den 39 % Eiweiß ist, wie der Verdauungsversuch lehrt, nur ein kleiner Teil verdauliche, aktive Substanz, der Rest ist die organische Nützsubstanz des Skeletts, das Cornein, wie es Valenciennes genannt hat; nach den Analysen, die v. Fürth angibt, handelt es sich unbedingt um einen eiweißartigen Körper, so daß ich also die Eiweißformel anzuwenden berechtigt war. Eigentümlich ist noch die Fähigkeit der Korallen, im Cornein beträchtliche Mengen Jod aufzuspeichern, wie es die Untersuchungen verschiedener Forscher dartun (nach v. Fürth). Neben dem recht bedeutenden Fettgehalt ist noch eine geringe Menge von Kohlehydraten vertreten, und zwar hauptsächlich als Glykogen. Denn in dem zum Konservieren verwandten Alkohol schwammen die charakteristischen Glykogenflocken, die sich stets dadurch einstellen, daß das Glykogen nach dem Absterben der Tiere zuerst vom Wasser gelöst, dann vom Alkohol gefällt wird.

Für die Richtigkeit der Analyse von Collozoum wage ich mich nicht zu verbürgen, denn der enorme Seesalzgehalt von 86,5 % machte eine Elementaranalyse von vornherein unmöglich und hat auch vielleicht die Stickstoffanalyse ungünstig beeinflusst. Bemerkenswert ist der aus den Ölkugeln des Plasma-leibes stammende, für Einzellige beträchtliche Fettgehalt von 2 %. Die Asche (9,92 %) ist zum allergrößten Teil körperfremd und müßte eigentlich abgezogen werden; sie bestand hauptsächlich aus kleinen Kalkbröckchen. Der als Differenz berechnete Kohlehydratgehalt von 60 % scheint nicht zuviel zu sein, wenn man bedenkt, daß ein bedeutender Teil der Radiolariantrockensubstanz aus den Zooxanthellen, einzelligen Algen, besteht, die ja außerordentliche Mengen von Kohlehydraten enthalten. So gibt Brandt (Br., Beiträge etc.) für vorwiegend aus pflanzlichen Organismen bestehende Planktonfänge ganz ähnliche Zahlen, z. B. Analyse III, fast nur Peridineen: 20,24 % Eiweiß, 2,26 % Fett, 66,95 % Kohlehydrate, 8,55 % Asche. Auch der riesige Seesalzgehalt von 86,5 % ist nicht weiter verwunderlich, wenn man erwägt, daß sich Plasma : Gallerte : Vakuolenflüssigkeit = 1 : 339 : 660 verhält [Brandt, Biolog. u. faun. Untersuchungen an Radiolarien (Zoolog. Jahrb., Syst., 1895/96)].

Zur Gesamtheit der Analysen hätte ich nun noch zwei kurze Bemerkungen zu machen. Jedes Tier besitzt einen ihm spezifischen Trockensubstanzgeruch, diese einzelnen sind wieder zu Gruppengerüchen zusammenfaßbar, werden durch Konservierung in Alkohol, je länger desto mehr, verändert und haften offenbar am Fett oder sind jedenfalls ätherlöslich; denn die extrahierte Substanz ist so gut wie geruchlos. — Da der Gehalt an P_2O_5 zu seinem allergrößten Teil auf dem an Nukleinen beruht, so muß sich eine Relation zwischen ihm und den Eiweiß- resp. Stickstoffmengen herstellen lassen (abgesehen von den meisten Crustaceen, bei denen die Einlagerung von $Ca_3P_2O_8$ in den Panzer das Verhältnis etwas verschiebt). Und das ist auch der Fall: im allgemeinen verhält sich $N : P_2O_5$ ungefähr = 6 : 1.

Lebenslauf.

Ich, Christian Delff, wurde am 22. Oktober 1889 in Husum als Sohn des Buchhändlers Dr. phil. Hugo Delff und seiner Ehefrau Aline, geb. de la Roi, geboren. Nach 3jährigem Aufenthalt auf der Volksschule besuchte ich 9 Jahre lang das humanistische Gymnasium zu Husum, wo ich Ostern 1908 die Reifeprüfung bestand. In meinem 1. Semester studierte ich Naturwissenschaften in Marburg, im 2. in München, im 3. und 4. in Jena, seit dem 5. in Kiel.

Meine akademischen Lehrer waren:

Baeyer, Biltz, Brandt, Detmer, Deussen, Doflein, Goebel, Güttler, Harries, Hertwig, Klein, Knorr, Korschelt, Link, Meisenheimer, Meyer, Pauly, Rein, Rothpletz, Wolff, Ziegler.
